

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7補足-024-8 改7
提出年月日	2020年8月26日

隣接建屋による影響を考慮した耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

2020年8月

東京電力ホールディングス株式会社

目 次

1. 概要	1
1.1 隣接建屋の概要	1
1.2 検討概要	2
2. 既往の知見に基づく検討	3
2.1 既往の文献に基づく検討	3
2.1.1 試験概要	3
2.1.2 地盤物性	7
2.1.3 地震観測記録	9
2.1.4 建屋応答の比較	10
2.1.5 検討結果	11
2.2 3次元 FEM モデルを用いた検討	12
2.2.1 検討概要	12
2.2.2 地盤のモデル化	14
2.2.3 隣接建屋のモデル化	15
2.2.4 検討用地震動及び解析条件	16
2.2.5 検討結果	17
2.3 既往の知見に基づく検討のまとめ	21
3. 柏崎刈羽原子力発電所 第7号機における隣接建屋の影響検討	22
3.1 建物・構築物への影響検討	22
3.1.1 検討概要	22
3.1.2 解析ケース	23
3.1.3 建屋のモデル化	27
3.1.4 地盤のモデル化	39
3.1.5 検討用地震動	43
3.1.6 解析結果	44
3.1.7 床応答スペクトル	68
3.2 機器への影響検討	83
4. まとめ	84
4.1 既往の知見に基づく検討結果	84
4.2 柏崎刈羽原子力発電所 第7号機における隣接建屋の影響検討結果	85
4.2.1 建物・構築物への影響	85
4.2.2 機器への影響	85

別紙 1 建屋構造特性の整理

別紙 2 応答増幅の影響について

別紙 3 建屋付帯設備（建物・構築物）の応答増幅について

別紙 4 機器への影響検討

: 今回提出範囲

別紙 4 機器への影響検討

目 次

1. 概要	別紙 4-1
2. 検討方針	別紙 4-1
3. 検討結果	別紙 4-8

添付資料1 隣接考慮と隣接非考慮の応答の比較（非連成）

添付資料2 隣接応答倍率（床応答スペクトル）の算定

添付資料3 影響検討における誘発上下動の扱いについて

添付資料4 簡易評価の結果について

添付資料5 隣接考慮と隣接非考慮の応答の比較（連成系）

添付資料6 回転入力の影響について

添付資料7 詳細評価（連成系）における隣接応答倍率の考慮方法

添付資料8 地震応答解析（連成系）における非線形挙動の影響について

添付資料9 地震応答解析（連成系）の妥当性検証

1. 概要

本資料は、隣接建屋の影響として、建屋の応答増幅に伴う機器への影響検討を行うものである。

2. 検討方針

「2.1」に示す検討対象について、隣接建屋を考慮した応答倍率（隣接考慮／隣接非考慮）（以下「隣接応答倍率」という。）と、各検討対象の裕度（許容値／発生値）を用いた簡易評価及び隣接応答倍率を考慮した耐震条件を用いた詳細評価を行う。影響検討フローを図2-1に示す。

2.1 検討対象

検討対象は7号機原子炉建屋 (K7R/B) , コントロール建屋 (C/B) , 7号機タービン建屋 (K7T/B) , 廃棄物処理建屋 (Rw/B) に設置される以下の機器・配管系とする。

- ・設計基準対象施設のうち、耐震重要度分類のSクラスに属する機器・配管系
- ・重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に属する機器・配管系
- ・波及的影響防止のために耐震評価を実施する機器・配管系

2.2 影響検討における耐震条件の考え方

機器の耐震計算に用いる耐震条件としては、設計用最大応答加速度Ⅰ，設計用床応答曲線Ⅰ及び設計用地震力Ⅰ（以下「設計用Ⅰ」という。）並びに設計用最大応答加速度Ⅱ，設計用床応答曲線Ⅱ及び設計用地震力Ⅱ（以下「設計用Ⅱ」という。）を設定している。なお、設計用最大応答加速度Ⅰ，設計用最大応答加速度Ⅱ，設計用床応答曲線Ⅰ及び設計用床応答曲線ⅡはV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に、設計用地震力Ⅰ及び設計用地震力ⅡはV-2-2-4「原子炉本体の基礎の地震応答計算書」及びV-2-3-1「炉心，原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書」に示される。ここで、設計用Ⅰ及び設計用Ⅱは以下の通り作成したものである。

- ・設計用Ⅰ：建物・構築物の地震応答解析により得られた応答に材料物性の不確かさ等の影響を考慮して作成したもの
- ・設計用Ⅱ：計用Ⅰ以上となるように作成したもの

耐震評価においては、設計用Ⅰを用いた耐震計算の結果が許容値を満たすことを、耐震性が確保されることの判断基準としている。

これを踏まえて本影響検討においては、耐震計算において設計用Ⅱを用いたものであっても、設計用Ⅰを用いた耐震計算の結果に対する影響検討により、判定基準を満足することが確認できれば、耐震性への影響が無いと判断する。

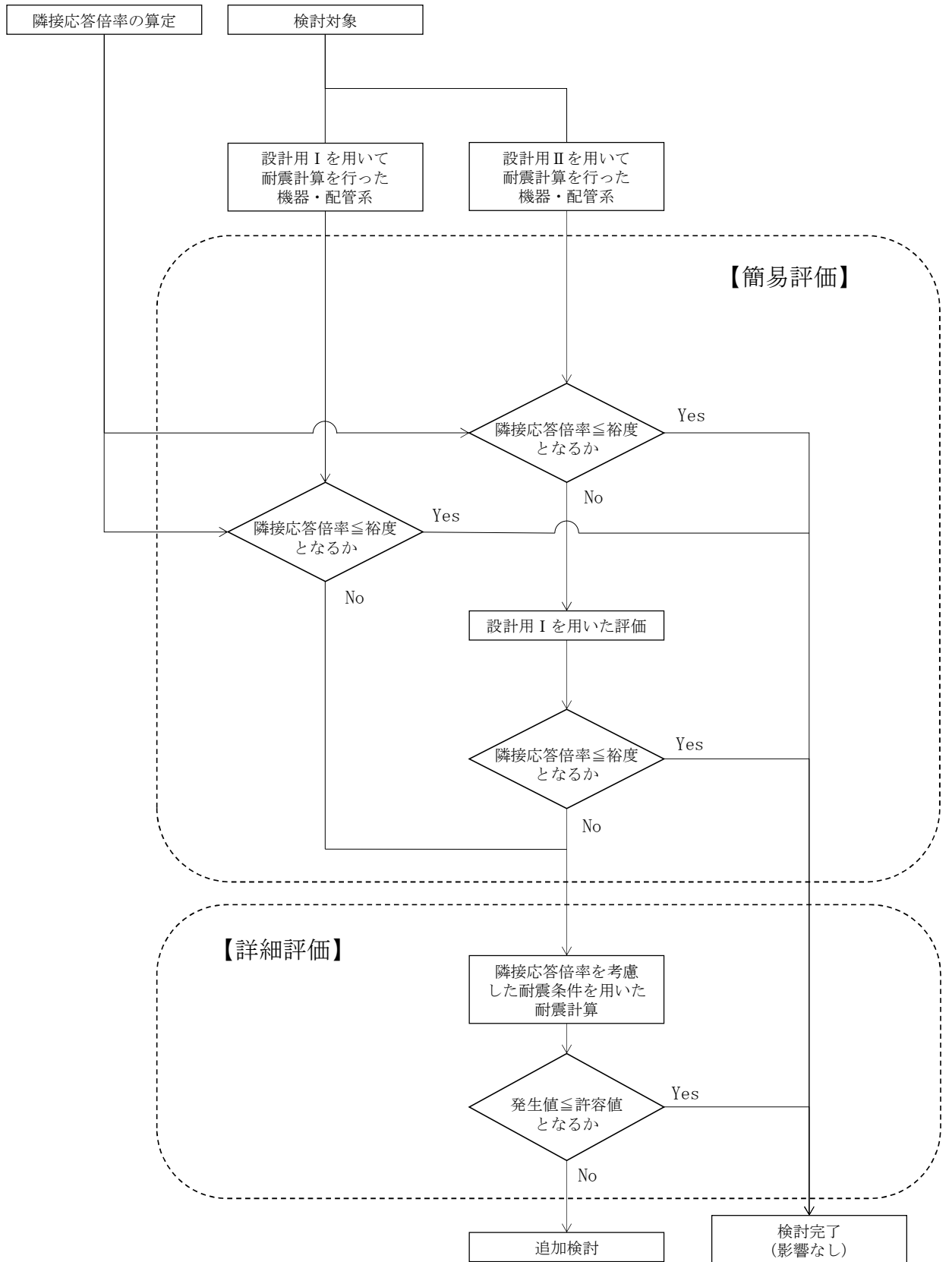


図2-1 影響検討フロー

2.3 検討内容

2.3.1 隣接応答倍率の算定

影響検討に用いる隣接応答倍率の算定方法を以下に示す。

(1) 最大応答加速度

各標高について、隣接建屋非考慮モデルによる最大応答加速度に対する隣接建屋考慮モデルによる最大応答加速度の比をとったものを隣接応答倍率とする。なお、隣接応答倍率の算定にあたっては、NS方向とEW方向の最大応答加速度の包絡値を用いる。

(2) 床応答スペクトル

各標高・各減衰定数について、隣接建屋非考慮モデルによる床応答スペクトルに対する隣接建屋考慮モデルにおける床応答スペクトルの比をとったものを隣接応答倍率とする。なお、隣接応答倍率の算定にあたってはNS方向とEW方向の床応答スペクトルの包絡値を用いる。

各建屋の隣接考慮モデルによる床応答スペクトル、隣接建屋非考慮モデルによる床応答スペクトル、設計用床応答曲線Ⅰ、設計用床応答曲線Ⅱ（全標高、水平方向（NS、EW包絡）、減衰定数2.0%）の比較を添付資料1に示す。

2.3.2 簡易評価

隣接応答倍率と各検討対象の裕度を比較し、裕度が隣接応答倍率以上となることを確認する。

評価に用いる隣接応答倍率は、機器の耐震計算に使用する標高・減衰定数の隣接応答倍率のうち、機器の一次固有周期以下で最大となる値を用いる方法（方法A）により算出することを基本とし、裕度が隣接応答倍率以上とならなかった場合には、機器の各固有周期において最大となる値を用いる方法（方法B）により算定する（図2-2）。

評価に用いる裕度は機器の耐震計算書における裕度とするが、「2.2」の考え方に従い、設計用Ⅱを用いて耐震計算を行った機器で耐震計算書における裕度が隣接応答倍率以上とならなかった場合には、設計用Ⅰを用いて耐震計算を行い、その裕度が隣接応答倍率以上となることを確認する。

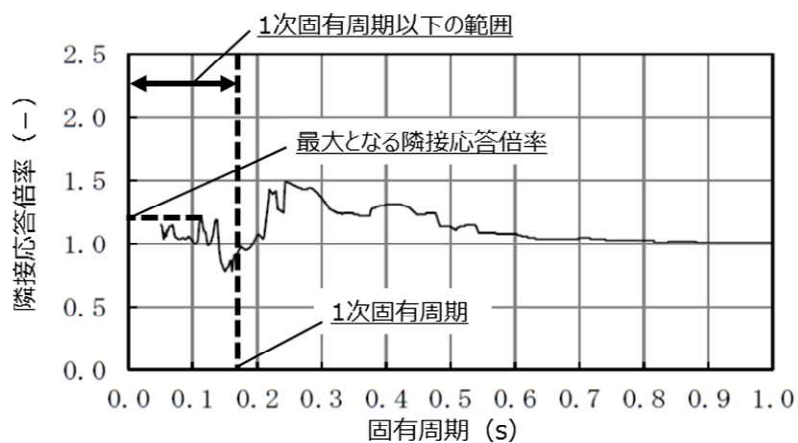
2.3.3 詳細評価

水平方向の設計用Ⅰに隣接応答倍率を乗じて算出される最大応答加速度又は床応答スペクトルを用いた耐震計算の結果が許容値を満たすことを確認する。

評価に用いる床応答スペクトルは、設計用床応答曲線Ⅰに対して、簡易評価に用いた隣接応答倍率を一律に乘じる方法（方法a）により算出することを基本とし、評価結果が許容値を満足しない場合には、固有周期に応じた個々の隣接応答倍率を乘じる方法（方法b）により算出する（図2-3）。なお、本検討は隣接建屋の影響による建屋応答の変動が機器・配管系の耐震評価結果へ与える影響を検討するものであるため、方法bでは、1.0を下回る応答比率についてもそのまま考慮して耐震条件を作成する。

(a) 方法A

隣接応答倍率のうち、機器の一次固有周期以下で最大となる値を用いる方法



(b) 方法B

隣接応答倍率のうち、機器の各固有周期において最大となる値を用いる方法

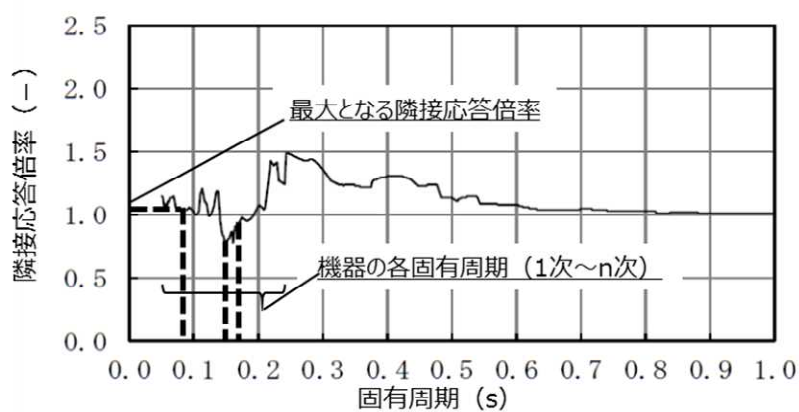
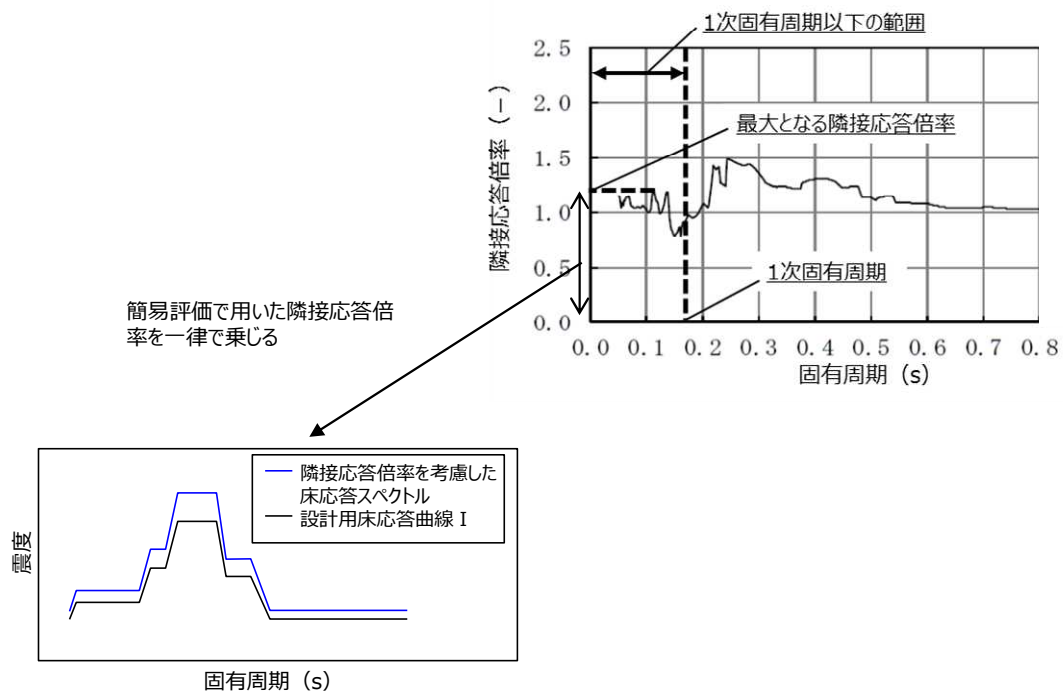


図2-2 簡易評価に用いる隣接応答倍率の算定方法 (床応答スペクトル)

(a) 方法a

簡易評価に用いた隣接応答倍率を一律に乗じる方法



(b) 方法b

固有周期に応じた個々の隣接応答倍率に乗じる方法

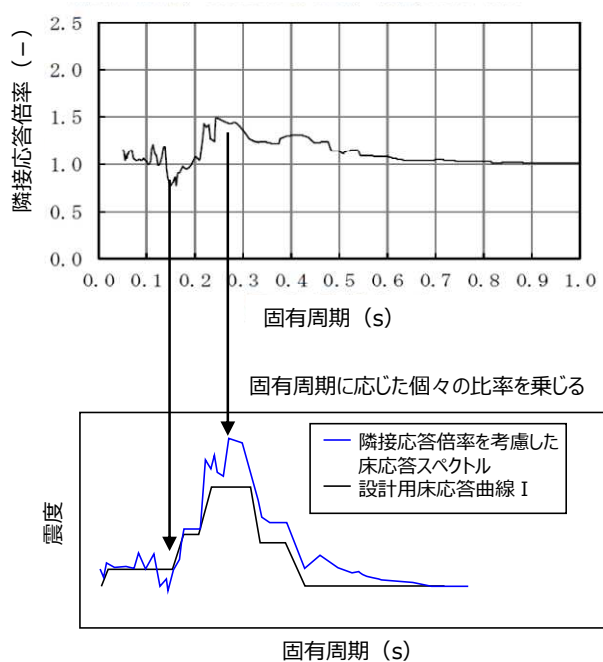


図2-3 詳細評価に用いる床応答スペクトル（水平方向）の算出方法
別紙 4-5

2.3.4 時刻歴応答解析を行っている機器・配管系に対する検討

機器・配管系のうち、時刻歴応答解析を行っているものとして、原子炉建屋クレーンがある。原子炉建屋クレーンの構造図を図2-4に示す。

原子炉建屋クレーンは、地震力に対してクレーン本体が水平方向に車輪部でのすべり挙動を示すため、時刻歴応答解析で求める計算値（クレーン本体応力、浮上り量、吊具荷重）は、鉛直入力による応答が支配的である。一方、本影響検討においては、隣接建屋による水平方向の応答増幅の影響を確認する観点から、水平方向の応答増幅の影響が考えられる部位として「脱線防止ラグ」を代表部位としているが、脱線防止ラグは最大応答加速度を用いた耐震計算を行っているため、簡易評価として最大応答加速度による隣接応答倍率を用いた簡易評価を行い、裕度が隣接応答倍率以上となることを確認している。

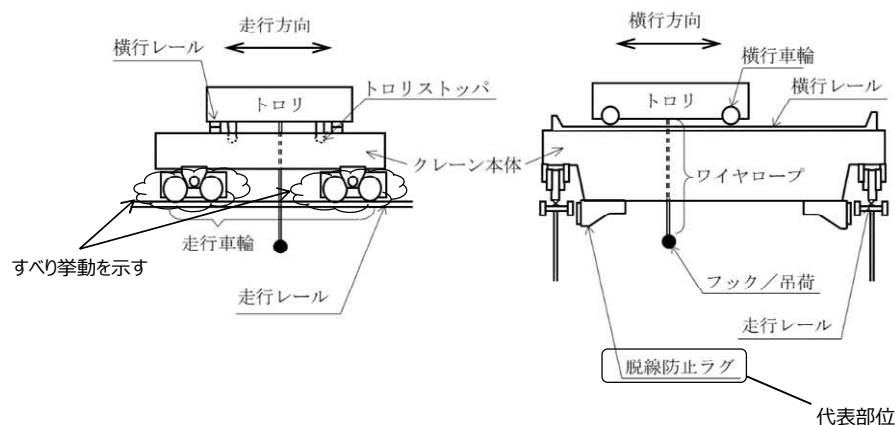


図2-4 原子炉建屋クレーンの構造図

2.3.5 建屋-機器連成地震応答解析モデルの応答を用いて評価を行う機器・配管系に対する検討

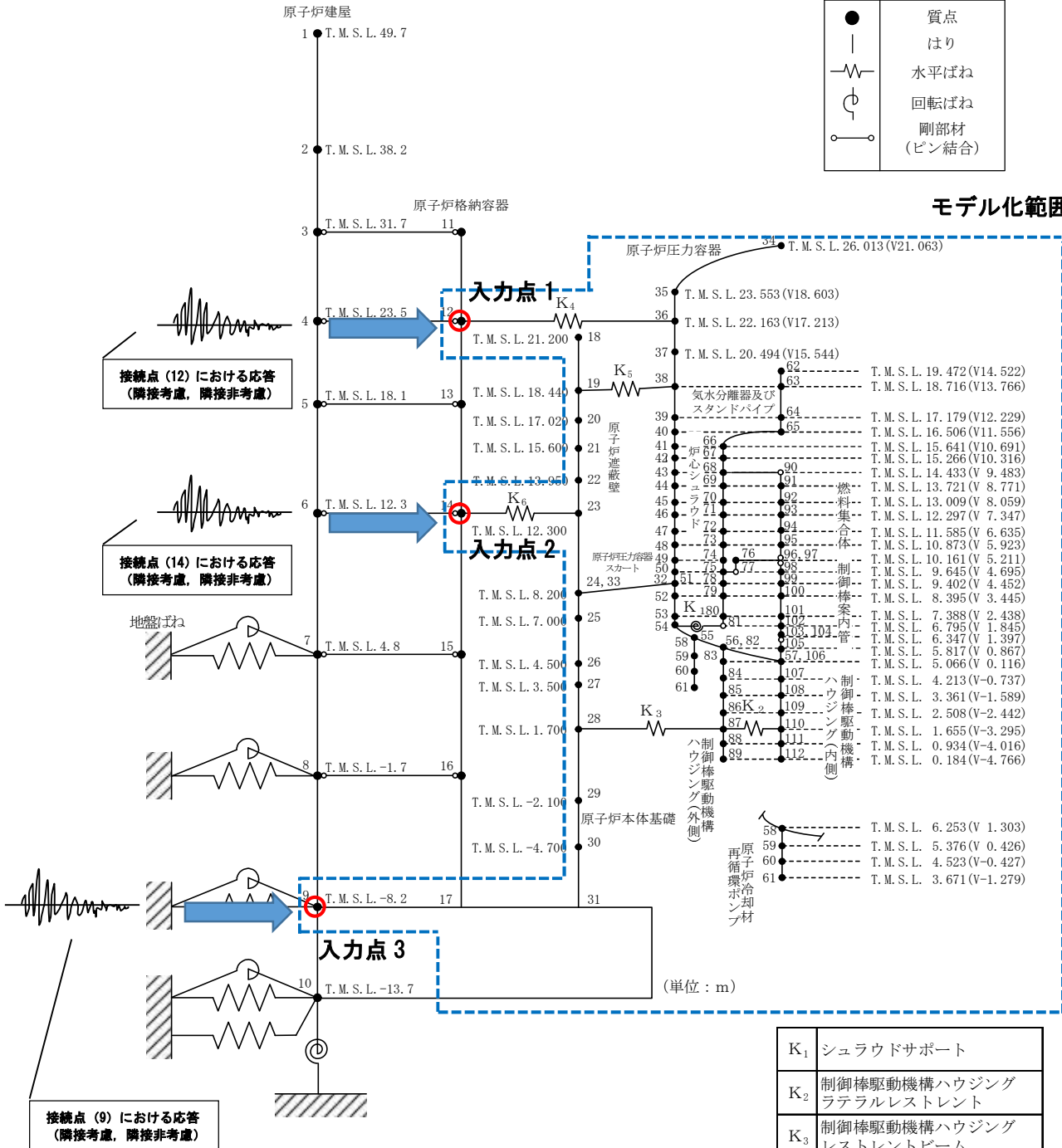
原子炉建屋との建屋-機器連成地震応答解析モデルの応答を用いて評価を行う機器・配管系については、設計時には原子炉建屋と原子炉圧力容器の大型機器や炉内構造物等を連成させたモデルによる連成解析を行っている。

隣接建屋の影響検討ではソリッド要素でモデル化した地盤上に複数建屋の質点系モデルを配置するといった複雑な解析を行っており、設計時と同様の原子炉建屋と原子炉圧力容器の大型機器や炉内構造物等を連成させたモデルによる連成解析は困難である。

そのため、隣接応答倍率の算定にあたっては連成解析に代わる手段として、原子炉建屋との接続点（燃料取替用ベローズ、ダイヤフラムフロア及び原子炉建屋基礎スラブ）における隣接非考慮及び隣接考慮の応答を、大型機器・炉内応答解析モデル（図2-5）に入力し、その結果として得られる機器の評価点での隣接非考慮の最大応答加速度、床応答スペクトル及び地震荷重に対する隣接考慮の最大応答加速度、床応答スペクトル及び地震荷重の比をとることにより求める。なお、大型機器・炉内応答解析において入力する応答は、回転成分による影響は軽微であるため並進成分の加速度及び変位とする（添付資料6）。また、大型機器・炉内応答解析において原子炉本体基礎は剛性一定（線形）とする。以降、図2-1の影響検討フローに従い、上述の方法で算定した隣接応答倍率と機器の耐震計算書における裕度を用いた簡易評価及び隣接応答倍率を考慮した耐震条件を用いた詳細評価を行う。

記号	内容
●	質点
	はり
— —	水平ばね
⊕	回転ばね
○	剛部材 (ピン結合)

モデル化範囲



入力点1	燃料取替用ベローズ(T.M.S.L. 23.5m)
入力点2	ダイヤモンドフロア(T.M.S.L. 12.3m)
入力点3	原子炉建屋基礎スラブ(T.M.S.L. -8.2m)

K ₁	シュラウドサポート
K ₂	制御棒駆動機構ハウジング ラテラルレストレント
K ₃	制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム
K ₄	燃料取替用ベローズ
K ₅	原子炉圧力容器スタビライザ
K ₆	ダイヤモンドフロア

図 2-5 大型機器・炉内応答解析モデル

3. 検討結果

簡易評価の結果、隣接応答倍率が裕度を上回り詳細評価が必要となった機器について、評価結果を表3-1及び表3-2に示す。

また、簡易評価に用いた隣接応答倍率の算定方法及び詳細評価に用いた床応答スペクトルの算出方法について、添付資料2に示す。

結果において、隣接応答倍率に対して簡易評価から詳細評価への裕度の減少が比較的小さい傾向が確認されるため、この傾向の要因について以下に示す。

- ・簡易評価では耐震計算書における裕度を用いていることにより、設計用Ⅱを用いているものがあるが、詳細評価では全て設計用Ⅰに対して隣接応答倍率を考慮したもので耐震計算を行っていること。（表3-1 No. 1, 3, 4, 6 及び 表3-2 No. 4, 5）
- ・隣接応答倍率の考慮方法として、簡易評価では最大（一次固有周期以下最大または各固有周期最大）の隣接応答倍率を用いるが、詳細評価では「固有周期に応じた個々の隣接応答倍率を乗じる方法（方法b）」により床応答スペクトルを算出していること。
（表3-1 No. 10, 11, 12 及び 表3-2 No. 5, 6）
- ・簡易評価では「鉛直方向」を含めた全体の応力に対する裕度と隣接応答倍率を比較しているが、詳細評価においては、隣接建屋による水平方向の応答変動の影響を確認する観点から、水平方向のみに隣接応答倍率を考慮していること。
（表3-1 No. 1～17 及び 表3-2 No. 1～6）
- ・簡易評価では「地震荷重」「自重」「配管内圧」を含めた全体の応力に対する裕度と隣接応答倍率を比較しているが、詳細評価においては、「地震荷重」のみに隣接応答倍率を考慮していること。（表3-1 No. 1～17 及び 表3-2 No. 1～6）

表 3-1 評価結果 (建屋と非連成で評価する機器・配管系) (1/2)

No.	機器名称	建屋	標高 T. M. S. L. (m)	減衰 定数	一次 固有 周期 (s)	使用 耐震 条件	簡易評価				詳細評価				
							評価 部位	応力 分類	裕度*1	隣接応答 倍率 [算定方法]	評価条件 算出方法	発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	許容値/ 発生値	結果
1	配管 (CUW-PD-1)	K7R/B	23.5	2.0%	0.130	Ⅱ (FRS)	配管	一次 +二次	0.87*2 (0.0359)	1.19 [方法 A]	方法 a	360	366	1.01	○
2	配管 (HPCF-R-3)	K7R/B	-1.7	2.0%	0.173	Ⅰ (FRS)	配管	一次 +二次	0.99*2 (0.0003)	1.19 [方法 A]	方法 a	385	376	0.97*2 (0.0004)	○
3	配管 (HPCF-W-1)	Rw/B	-1.1	2.0%	0.147	Ⅱ (FRS)	配管	一次 +二次	1.06	1.42 [方法 A]	方法 a	338	356	1.05	○
4	配管 (MUWC-W-1)	Rw/B	-1.1	2.0%	0.172	Ⅱ (FRS)	配管	一次 +二次	1.06	1.56 [方法 A]	方法 a	342	354	1.03	○
5	配管 (RCW-T-4)	K7T/B	-1.1	2.0%	0.147	Ⅰ (FRS)	配管	一次 +二次	0.56*2 (0.2071)	1.09 [方法 A]	方法 a	827	450	0.54*2 (0.2546)	○
6	配管 (HPCF-R-024)	K7R/B	4.8	3.0%	0.076	Ⅱ (FRS)	配管	一次 +二次	1.13	1.16 [方法 A]	方法 a	389	434	1.11	○
7	配管 (RCW-T-1)	K7T/B	-1.1	2.0%	0.139	Ⅰ (FRS)	配管	一次 +二次	0.98*2 (0.0189)	1.09 [方法 A]	方法 a	486	466	0.95*2 (0.0202)	○
8	配管 (RCW-T-3)	K7T/B	-1.1	2.0%	0.098	Ⅰ (FRS)	配管	一次 +二次	0.61*2 (0.1617)	1.09 [方法 A]	方法 a	762	466	0.61*2 (0.1628)	○
9	配管 (RCW-T-5)	K7T/B	-1.1	2.0%	0.161	Ⅰ (FRS)	配管	一次 +二次	1.03	1.09 [方法 A]	方法 a	454	466	1.02	○
10	配管 (SGTS-R-3)	K7R/B	23.5 ~49.7	2.0%	0.160	Ⅰ (FRS)	配管	一次 +二次	1.19	1.28 [方法 A]	方法 b	378	422	1.12	○
11	配管 (HCVS-R-1)	K7R/B	12.3 ~31.7	2.0%	0.165	Ⅰ (FRS)	配管	一次 +二次	1.22	1.62 [方法 A]	方法 b	248	300	1.21	○
12	配管 (FCVS-R-5)	K7R/B	18.1 ~31.7	2.0%	0.164	Ⅰ (FRS)	配管	一次 +二次	1.40	1.59 [方法 A]	方法 b	320	342	1.07	○

注記*1: 耐震計算書における評価結果の裕度 (許容値/発生値) を示す。

*2: 一次+二次応力の計算結果が許容応力を上回るが、疲労評価を実施し疲労累積係数が許容値 1 を満足することで、耐震性を有することを確認している。() 内に疲労累積係数を示す。

表 3-1 評価結果（建屋と非連成で評価する機器・配管系）（2 / 2）

No.	機器名称	建屋	標高 T. M. S. L. (m)	減衰 定数	一次 固有 周期 (s)	使用 耐震 条件	簡易評価				詳細評価				
							評価 部位	応力 分類	裕度*1	隣接応答 倍率 [算定方法]	評価条件 算出方法	発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	許容値/ 発生値	結果
13	使用済燃料 貯蔵プール 水位・温度 (SA)	K7R/B	31.7	1.0%	0.160	I (FRS)	架構	組合せ	1.38	1.58 [方法 A]	方法 a	160	205	1.28	○
14	使用済燃料 貯蔵プール 水位・温度 (SA 広域)	K7R/B	18.1 ~31.7	1.0%	0.151	I (FRS)	支持 架台 (部材)	組合せ	1.02	1.56 [方法 A]	方法 a	203	205	1.00	○
15	下部ドライウェ ルアクセストン ネルスリーブ及 び鏡板（所員用 エアロック付）	K7R/B	-1.7	1.0%	0.089	I (FRS)	P3	一次 +二次	0.86*2 (0.266)	1.16 [方法 A]	方法 a	528	393	0.74*2 (0.509)	○
							P2	一次 +二次	0.88*2 (0.237)	1.16 [方法 A]	方法 a	518	393	0.75*2 (0.462)	○
16	下部ドライウェ ル所員用 エアロック	K7R/B	-1.7	1.0%	0.089	I (FRS)	P12	一次 +二次	0.80*2 (0.369)	1.16 [方法 A]	方法 a	570	393	0.68*2 (0.712)	○
17	原子炉補機 冷却系 熱交換器	K7T/B	4.9	—	—	I (ZPA)	胴板	一次 +二次	0.78*2 (0.827)	1.07 [-]	—	683	497	0.72*2 (0.667*3)	○

注記*1： 耐震計算書における評価結果の裕度（許容値／発生値）を示す。

*2： 一次+二次応力の計算結果が許容応力を上回るが、疲労評価を実施し疲労累積係数が許容値 1 を満足することで、耐震性を有することを確認している。（）内に疲労累積係数を示す。

*3： 個別に設定する等価繰返し回数（120 回）を用いて算出した値。なお、耐震計算書では一律に設定する等価繰返し回数（200 回）を用いている。

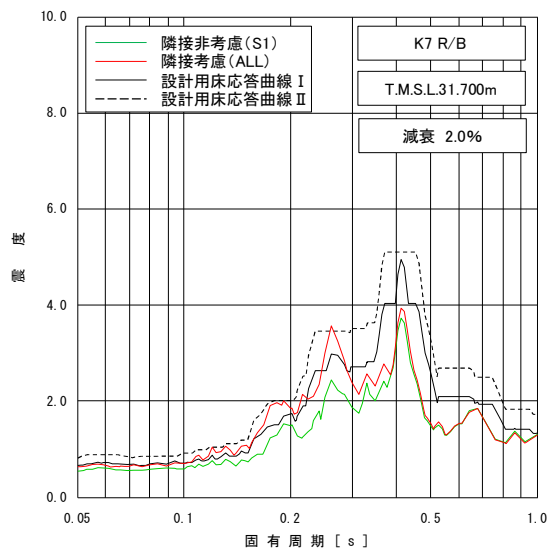
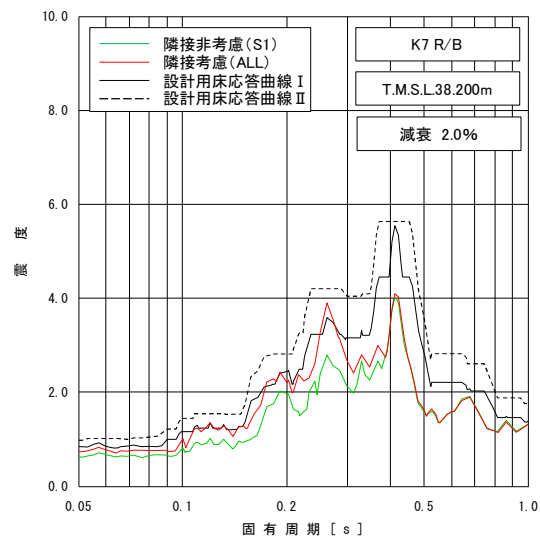
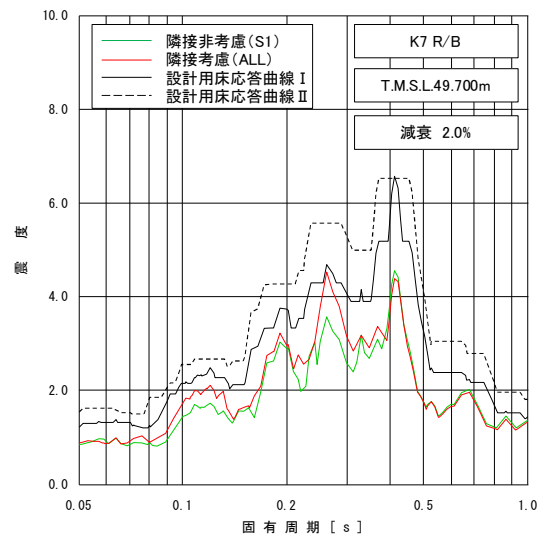
表 3-2 評価結果 (建屋-機器連成地震応答解析モデルの応答を用いて評価を行う機器・配管系)

No.	機器名称	建屋	標高 T. M. S. L. (m)	減衰 定数	一次 固有 周期 (s)	使用 耐震 条件	簡易評価				詳細評価				
							評価 部位	応力 分類	裕度*1	隣接応答 倍率 [算定方法]	評価条件 算出方法	発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	許容値/ 発生値	結果
1	原子炉本体基礎	K7R/B (大型)	-8.2 ~ 12.3	-	-	I (せん断 力, モー メント)	ブラ ケット 部	曲げ 応力 度	1.09	1.23 [-]	-	408.8	427	1.04	○
2	燃料集合体	K7R/B (炉内)	12.297	-	-	I (ZPA, 変位)	燃料 被覆 管	一次 +二次	1.31	1.53 [-]	-	設計比: 0.87*3			○
3	原子炉冷却材再 循環ポンプモー タケーシング	K7R/B (炉内)	5.376 ~ 6.253	-	-	I (せん断 力, モー メント)	ケー シン グ	軸圧 縮応 力	1.11	1.14 [-]	-	207	207	1.00	○
4	配管 (CUW-PD-2)	K7R/B (大型)	17.02	1.5%	0.232	II (FRS)	配管	一次 +二次	0.58*2 (0.3097)	1.57 [方法 B]	方法 a	542	366	0.67*2 (0.1526)	○
5	配管 (MS-PD-30)	K7R/B (大型)	18.44	2.0%	0.248	II (FRS)	配管	一次 +二次	1.03	1.60 [方法 B]	方法 b	252	300	1.19	○
6	出力領域モニタ	K7R/B (炉内)	10.161 ~ 14.433	1.0%	0.308	I (FRS)	校正 用導 管 カバ ー チュ ーブ	一次一 般膜+ 一次曲 げ応力	1.27	1.40 [方法 B]	方法 b	201	225	1.11	○

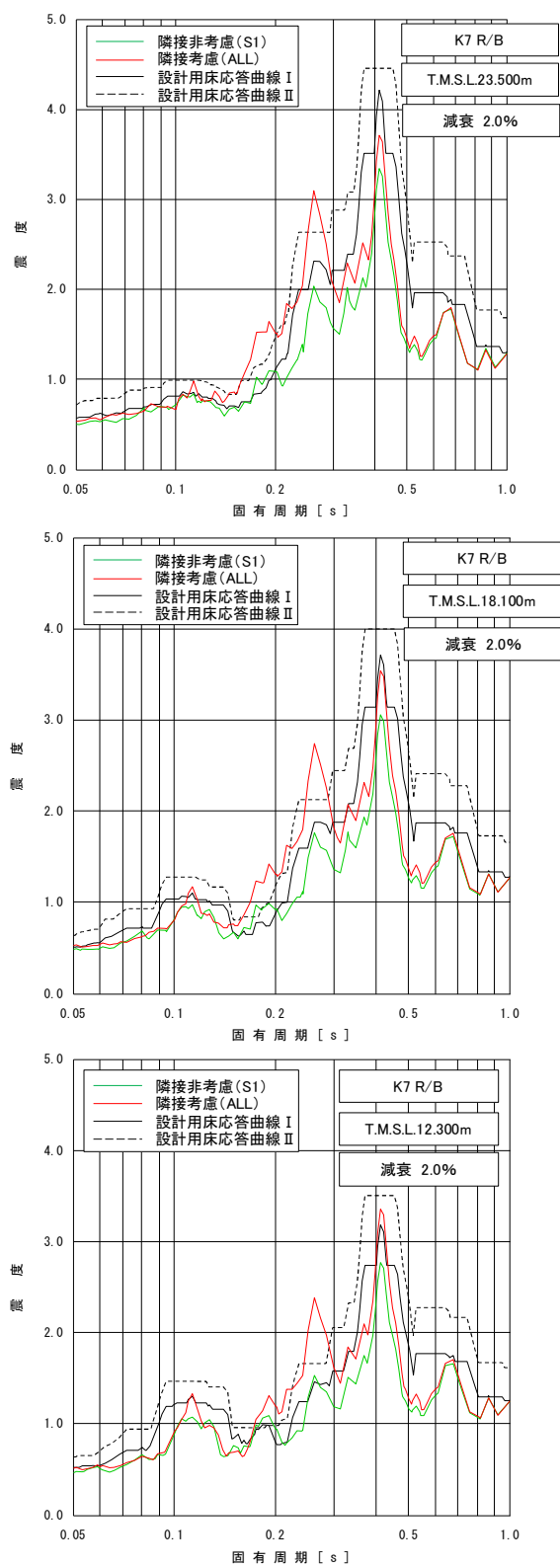
注記*1: 耐震計算書における評価結果の裕度 (許容値/発生値) を示す。

*2: 一次+二次応力の計算結果が許容応力を上回るが、疲労評価を実施し疲労累積係数が許容値 1 を満足することで、耐震性を有することを確認している。() 内に疲労累積係数を示す。

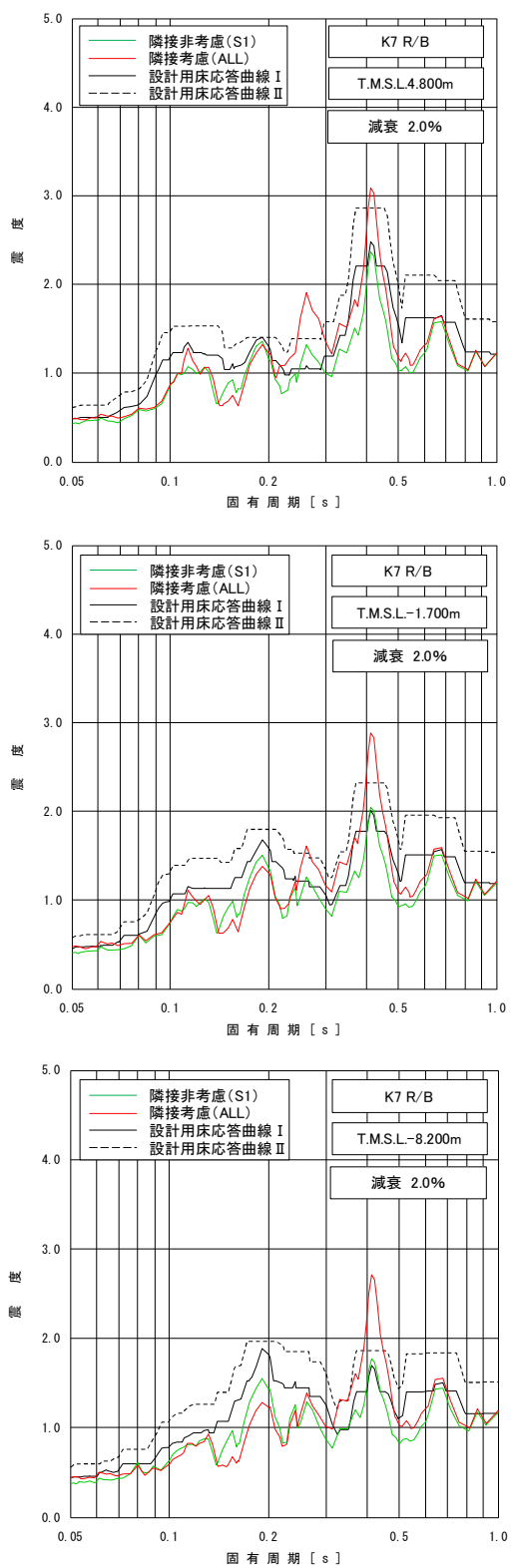
*3: 設計比 (発生値/許容値) が 1 以下となることで、耐震性を有することを確認している。



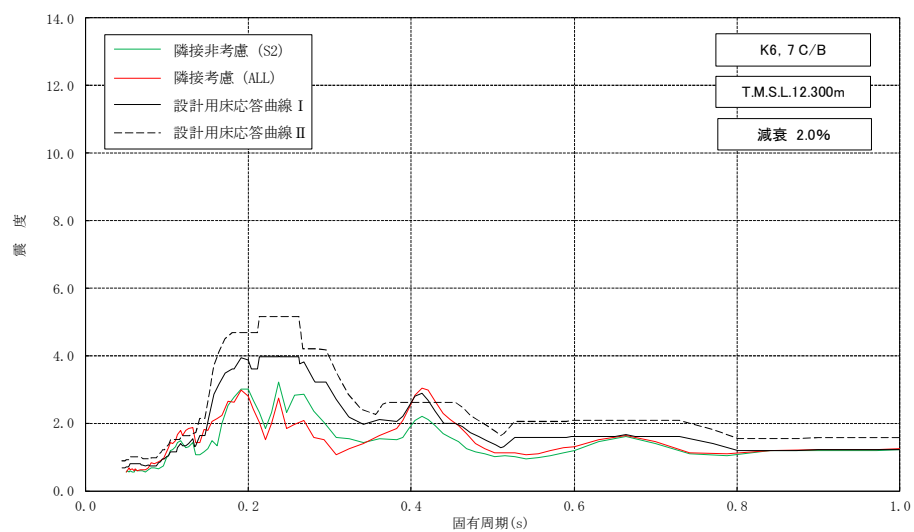
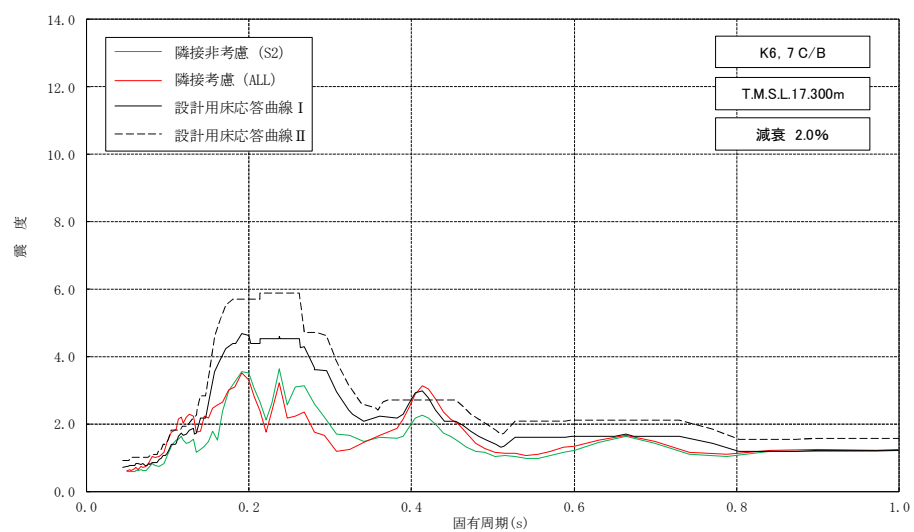
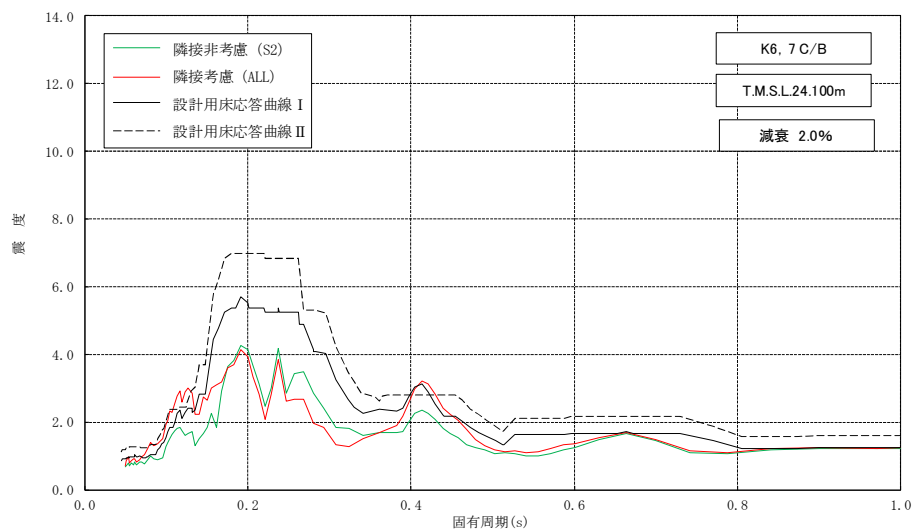
図添 1-1 床応答スペクトルの比較 (7号機原子炉建屋, 水平方向, 減衰 2.0%) (1/3)



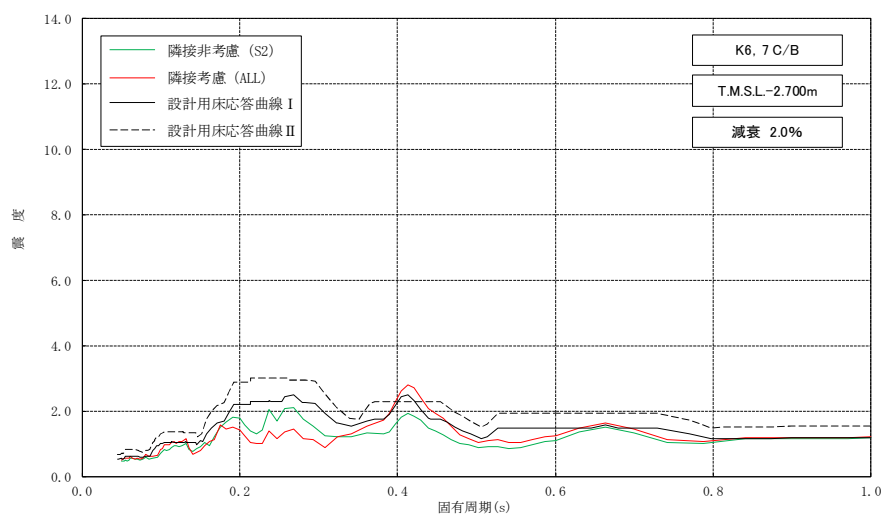
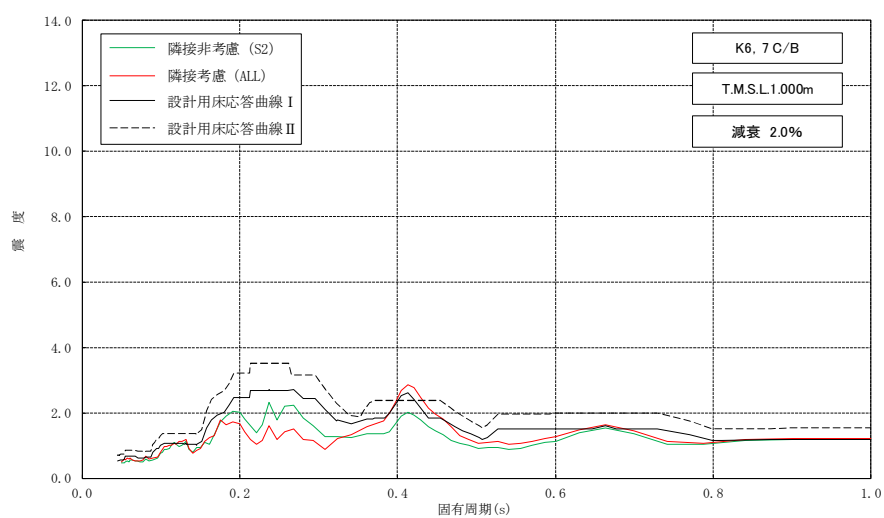
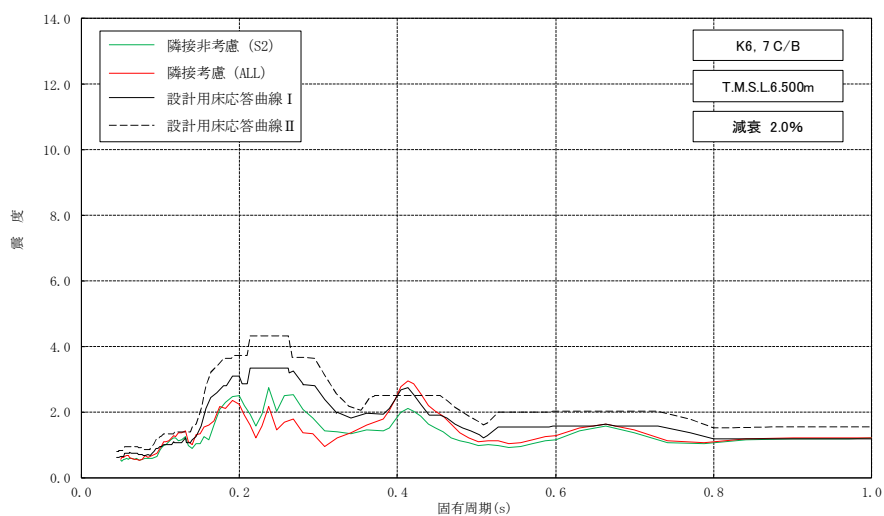
図添 1-1 床応答スペクトルの比較 (7号機原子炉建屋, 水平方向, 減衰 2.0%) (2/3)



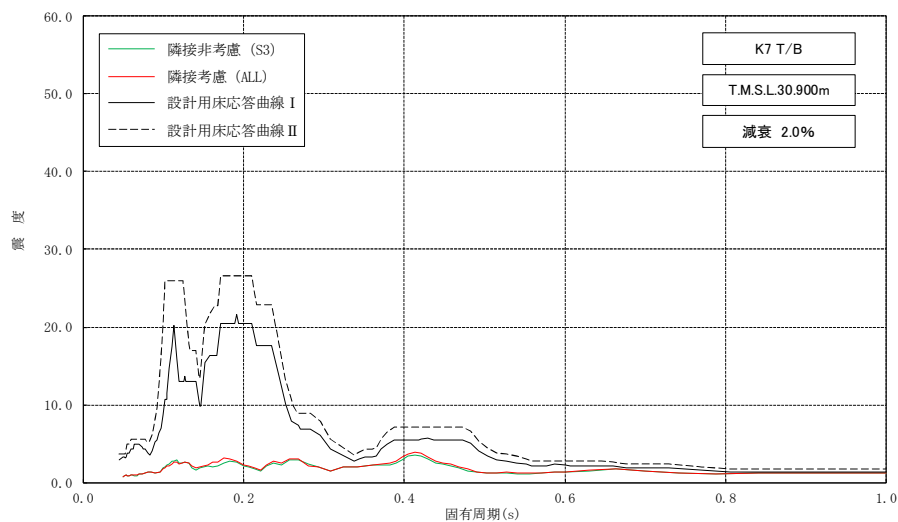
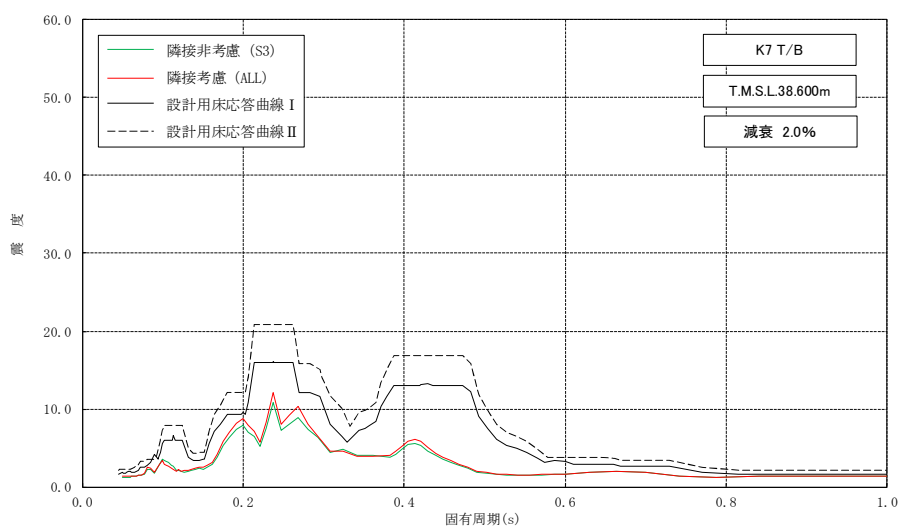
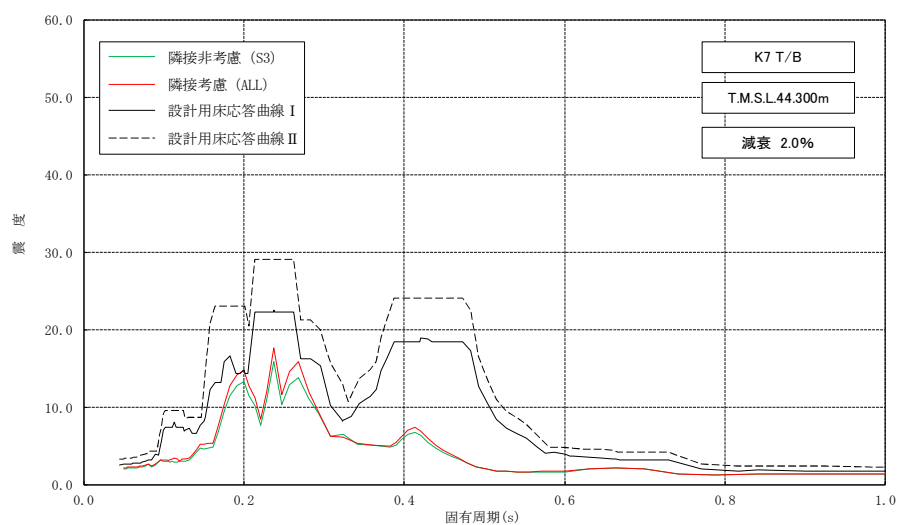
図添 1-1 床応答スペクトルの比較 (7号機原子炉建屋, 水平方向, 減衰 2.0%) (3/3)



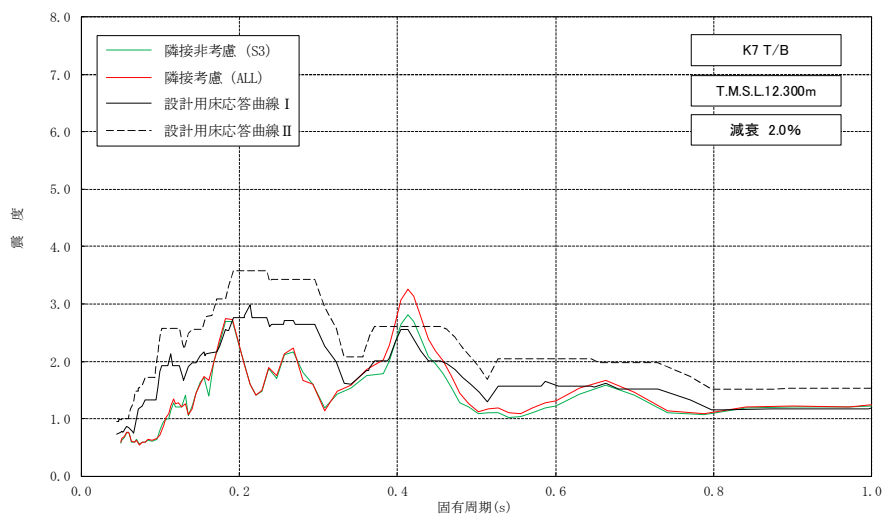
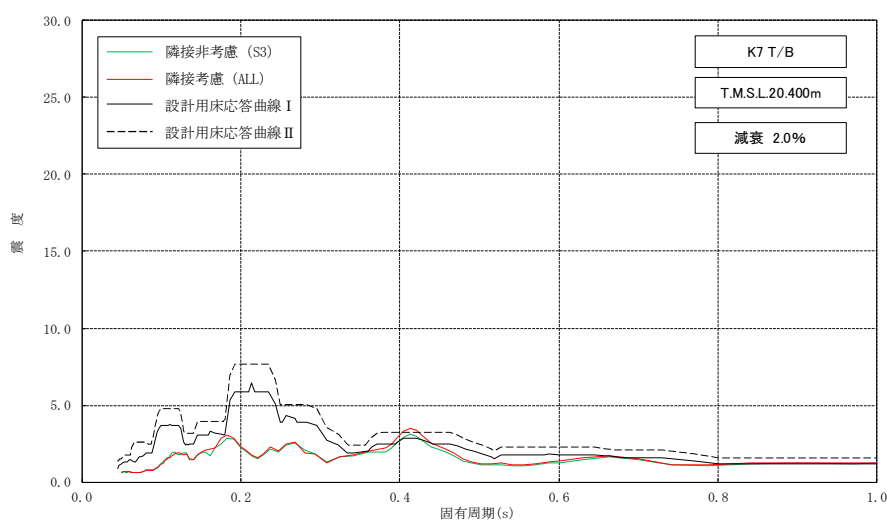
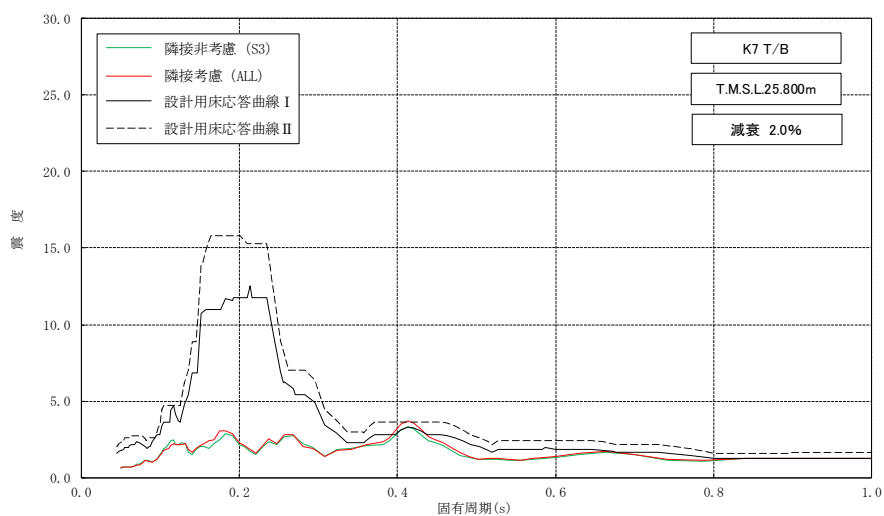
図添 1-2 床応答スペクトルの比較 (コントロール建屋, 水平方向, 減衰 2.0%) (1/2)



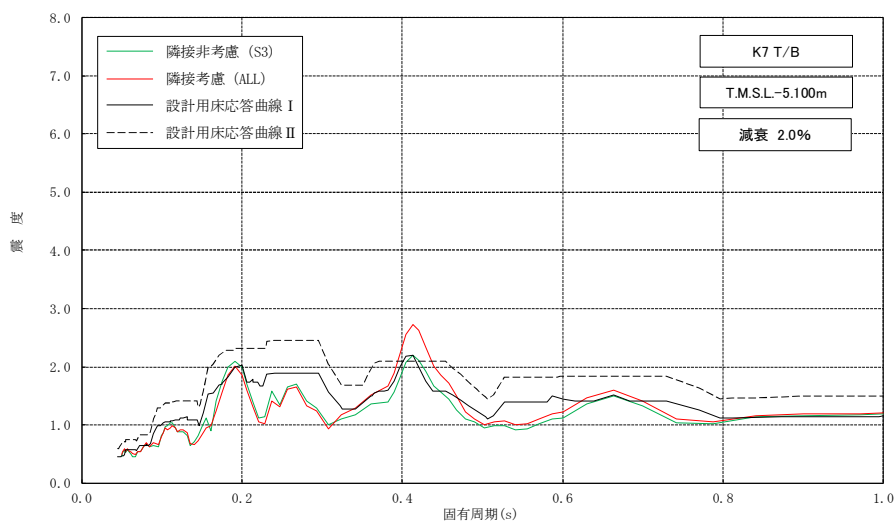
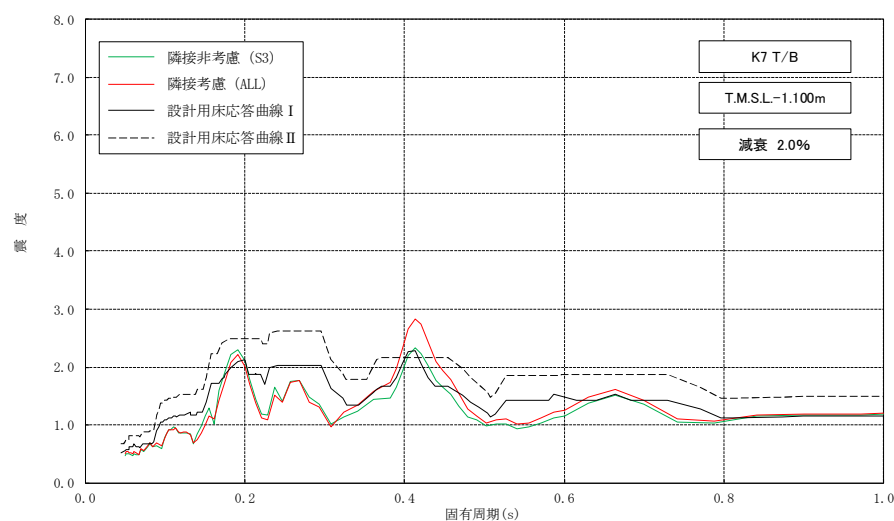
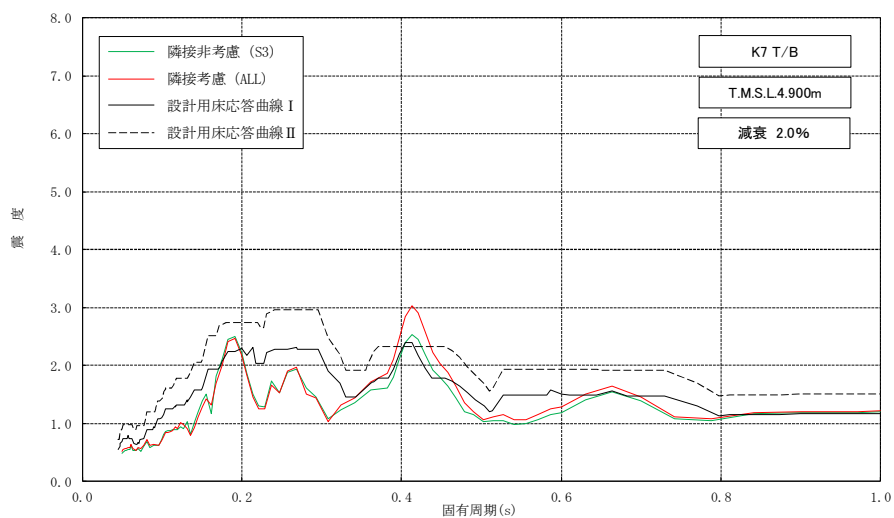
図添 1-2 床応答スペクトルの比較 (コントロール建屋, 水平方向, 減衰 2.0%) (2/2)



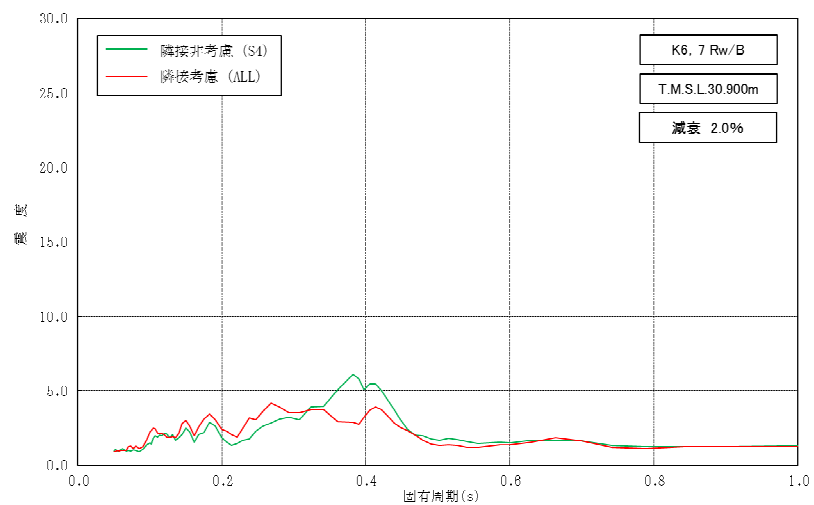
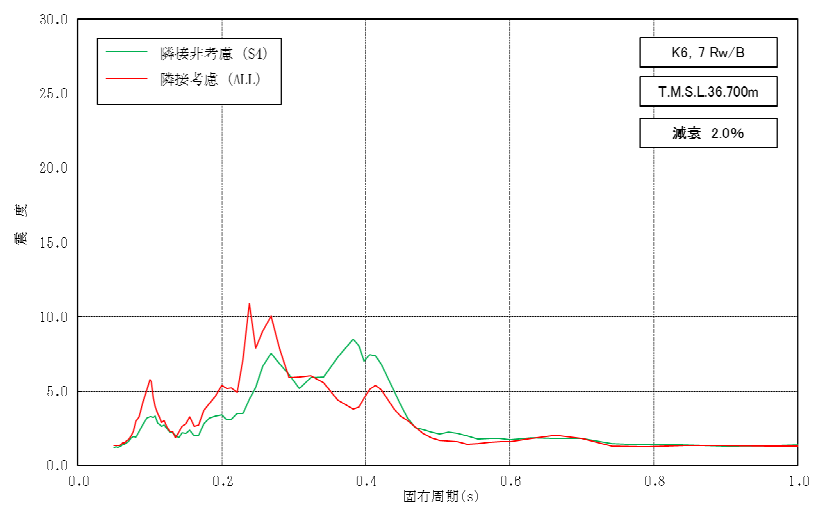
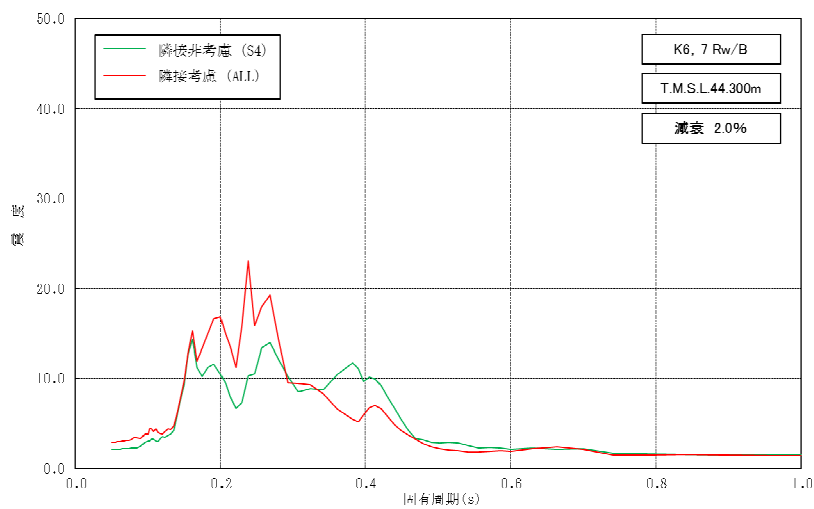
図添 1-3 床応答スペクトルの比較 (7号機タービン建屋, 水平方向, 減衰 2.0%) (1/3)



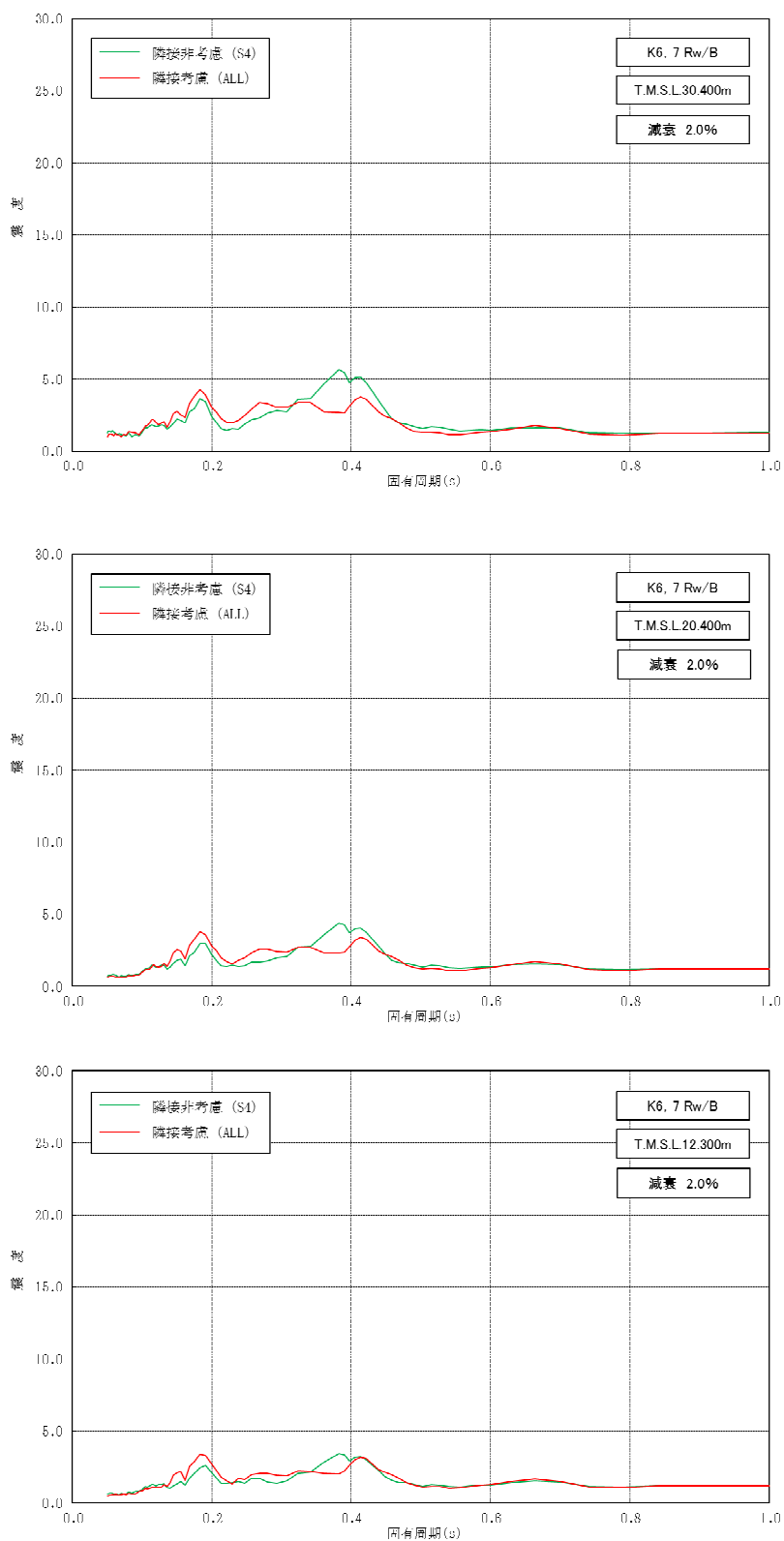
図添 1-3 床応答スペクトルの比較 (7号機タービン建屋, 水平方向, 減衰 2.0%) (2/3)



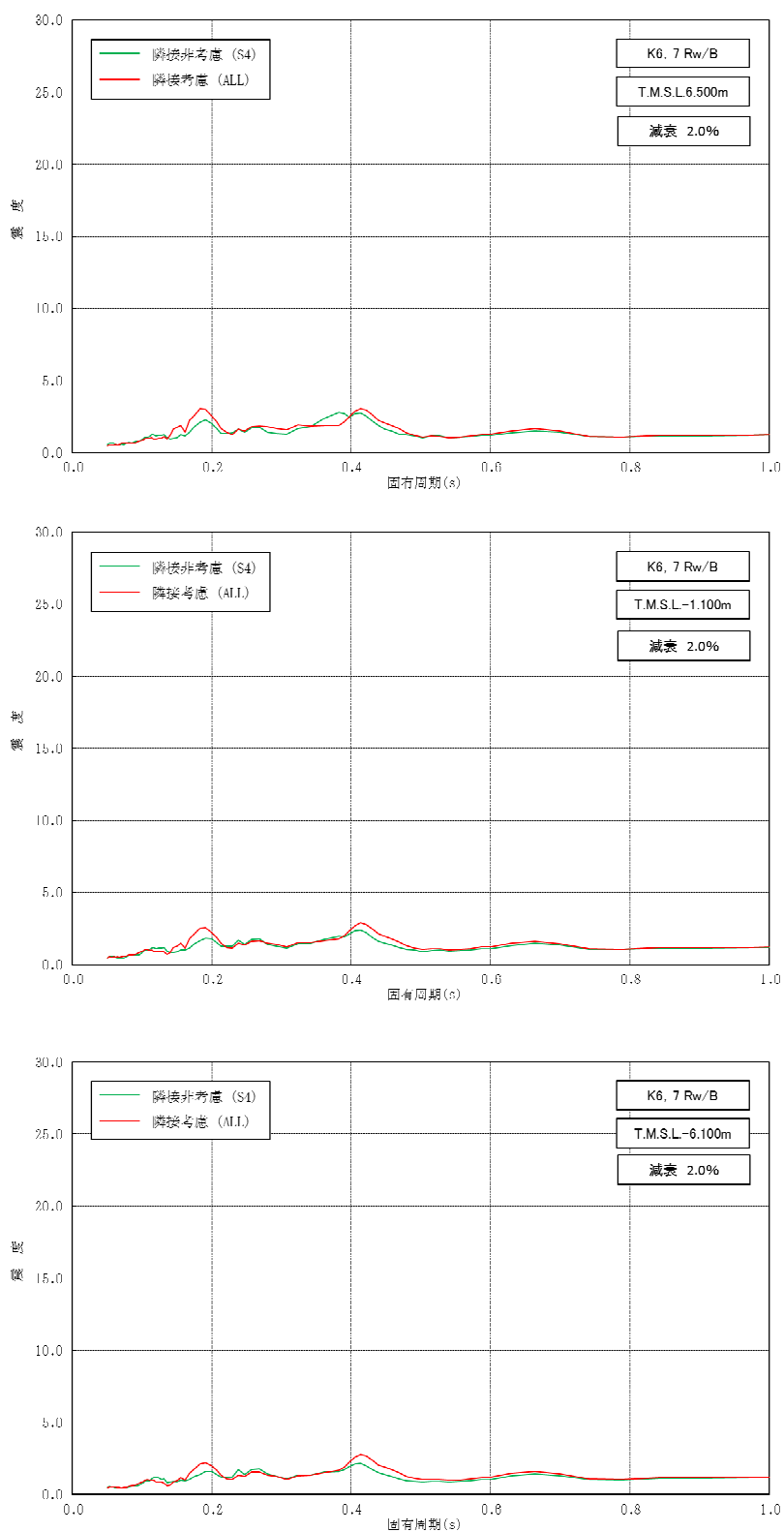
図添 1-3 床応答スペクトルの比較 (7号機タービン建屋, 水平方向, 減衰 2.0%) (3/3)



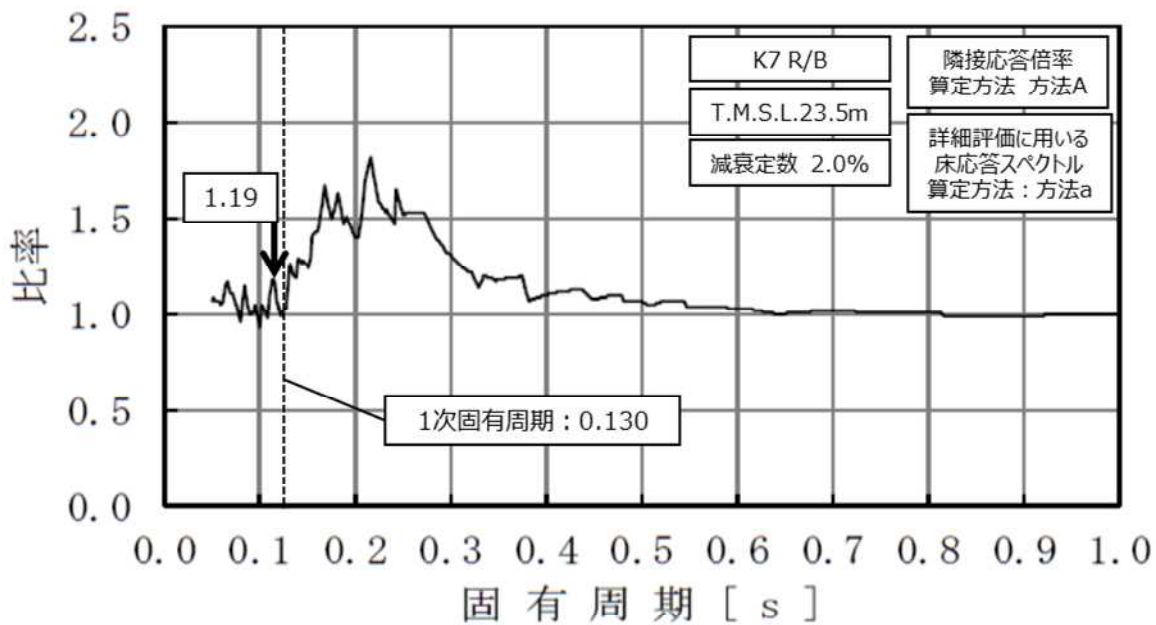
図添 1-4 床応答スペクトルの比較（廃棄物処理建屋，水平方向，減衰 2.0%）（1/3）



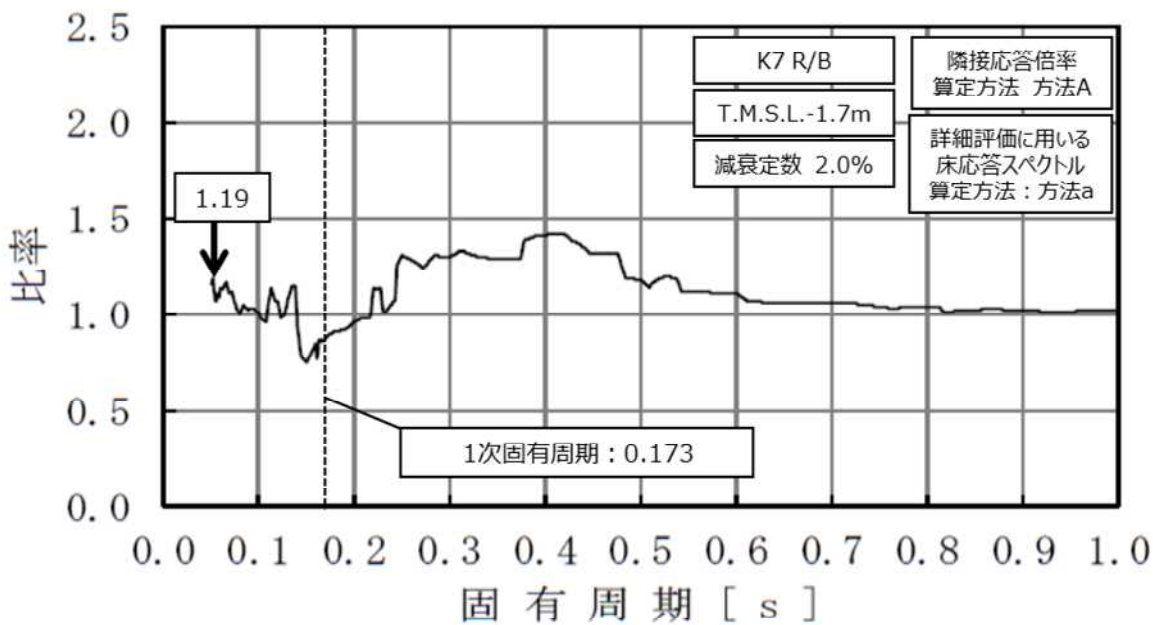
図添 1-4 床応答スペクトルの比較（廃棄物処理建屋，水平方向，減衰 2.0%）（2/3）



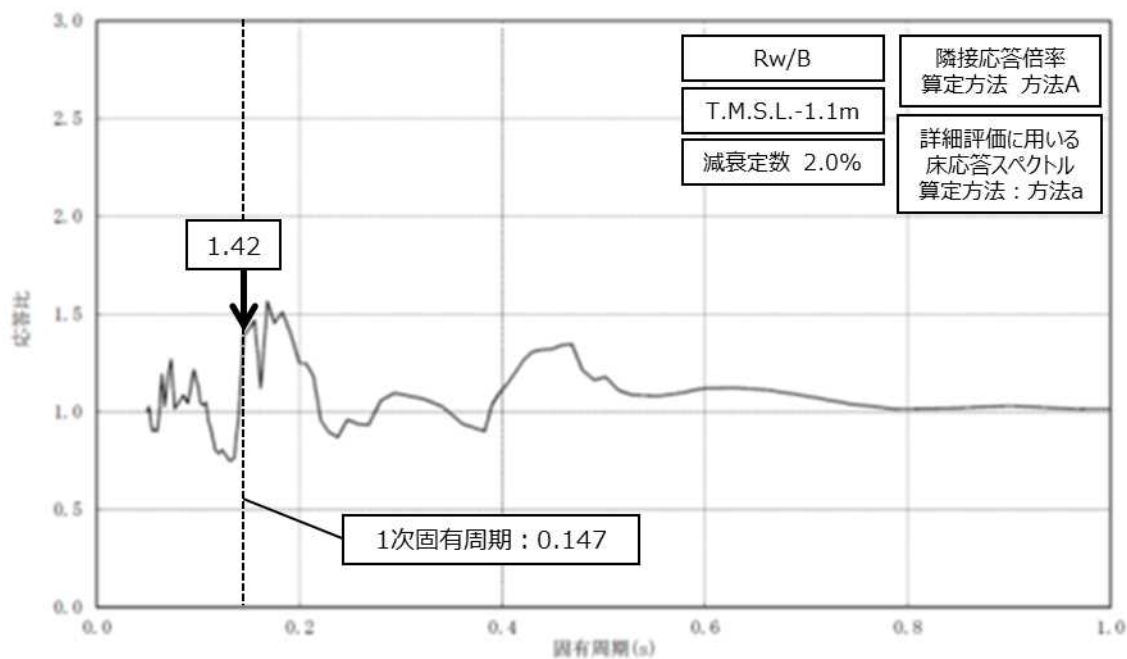
図添1-4 床応答スペクトルの比較 (廃棄物処理建屋, 水平方向, 減衰2.0%) (3/3)



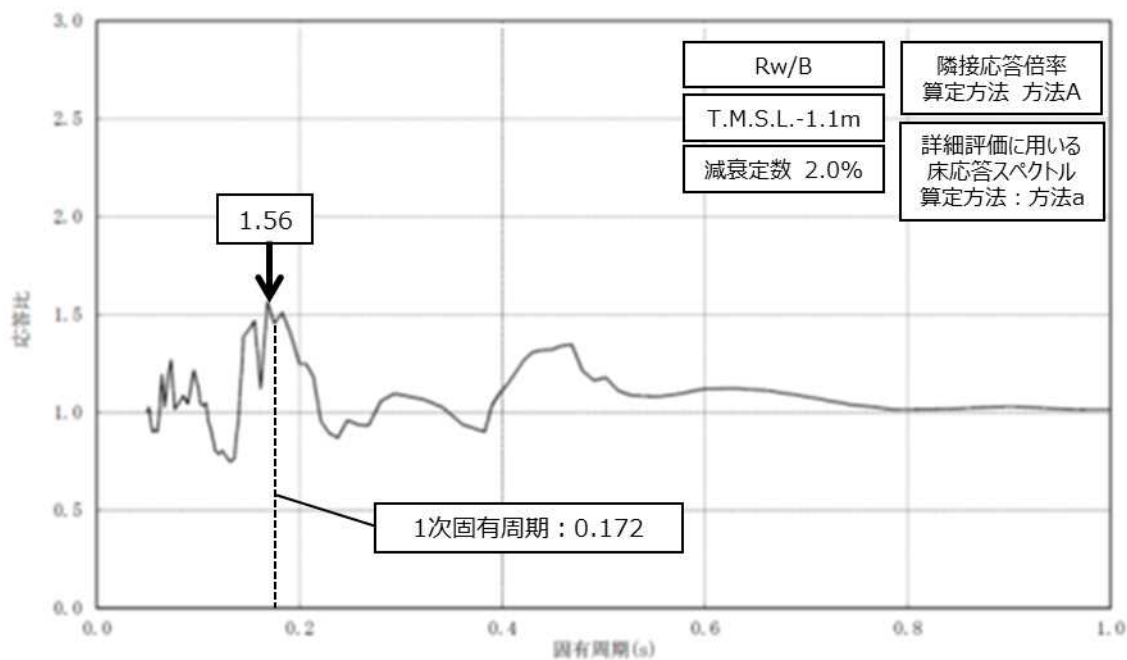
図添2-1 隣接応答倍率の算定 (CUW-PD-1)



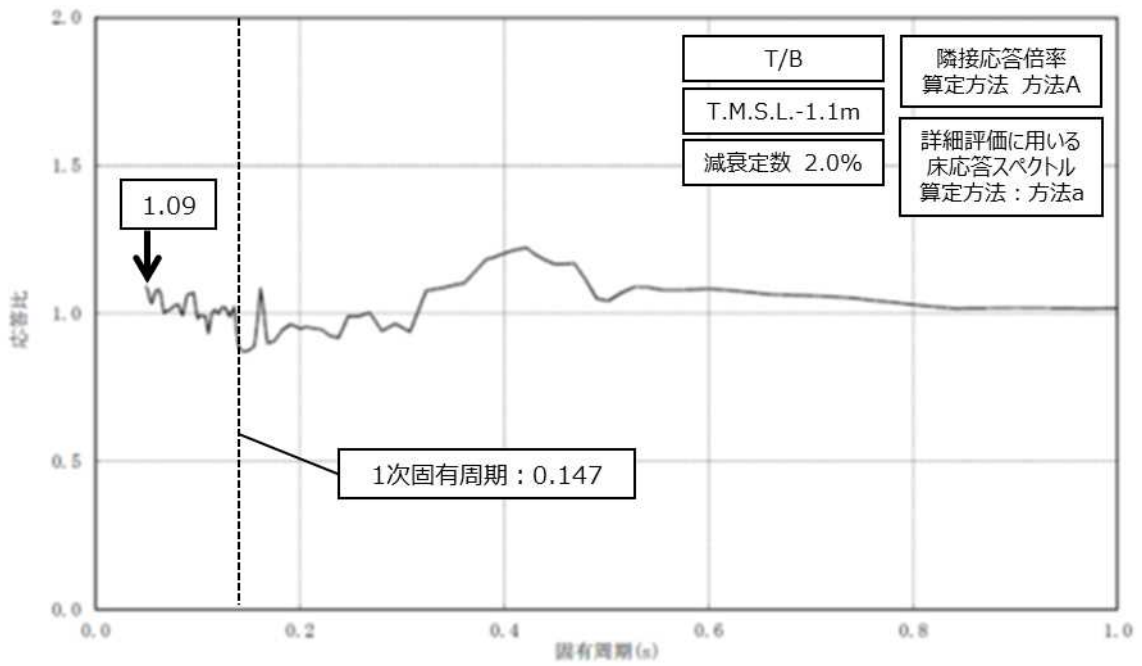
図添2-2 隣接応答倍率の算定 (HPCF-R-3)



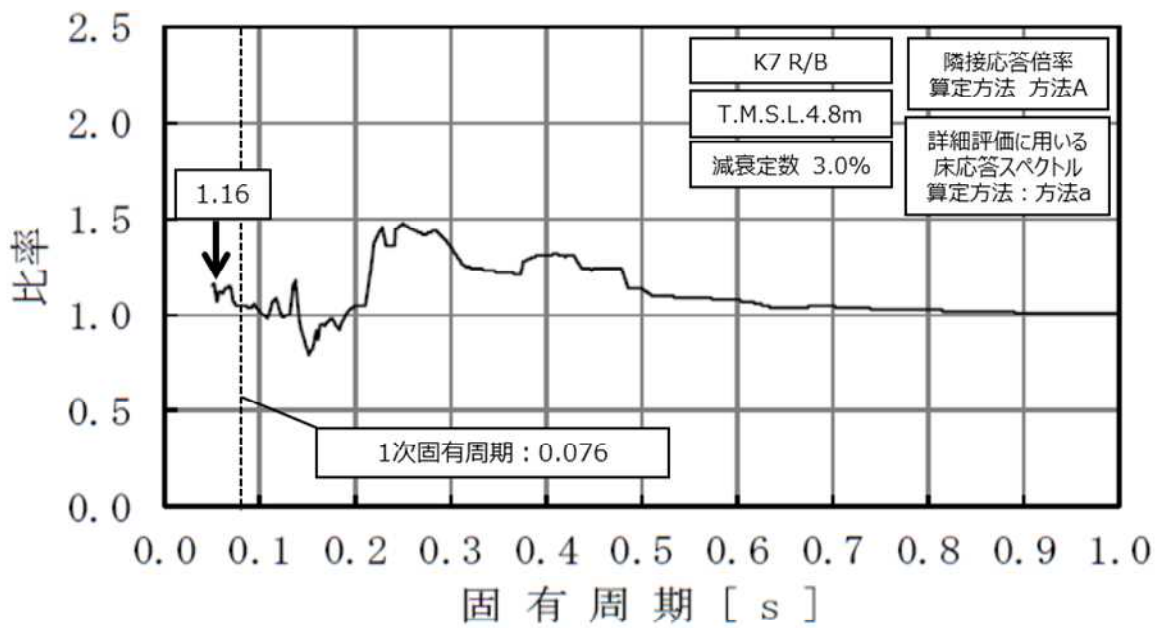
図添2-3 隣接応答倍率の算定 (HPCF-W-1)



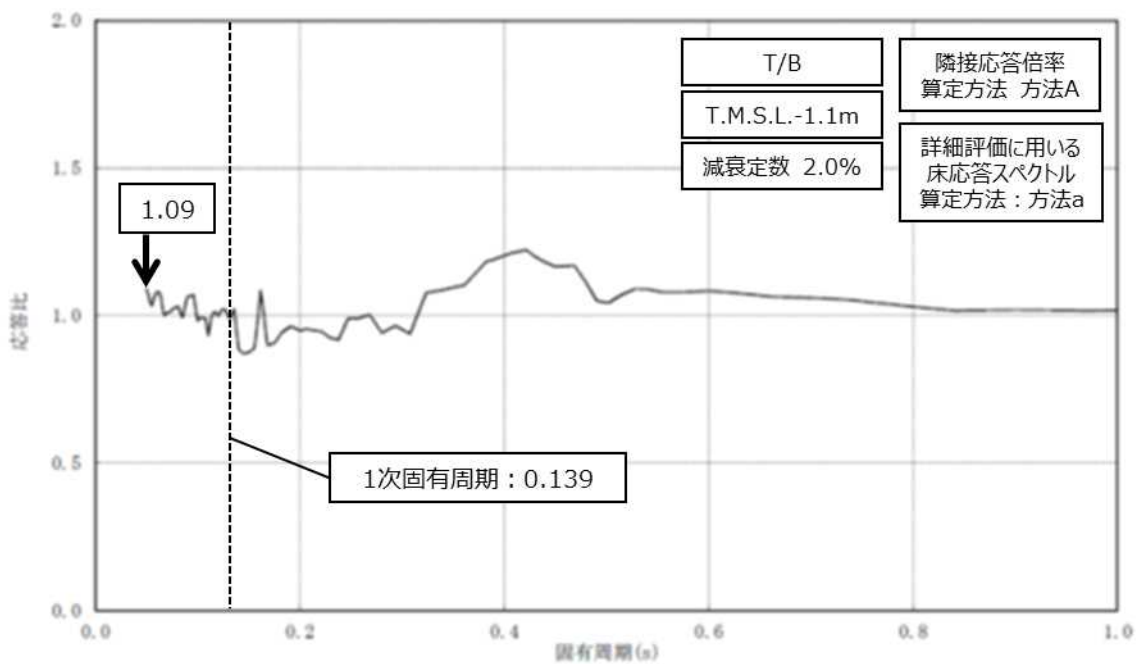
図添2-4 隣接応答倍率の算定 (MUWC-W-1)



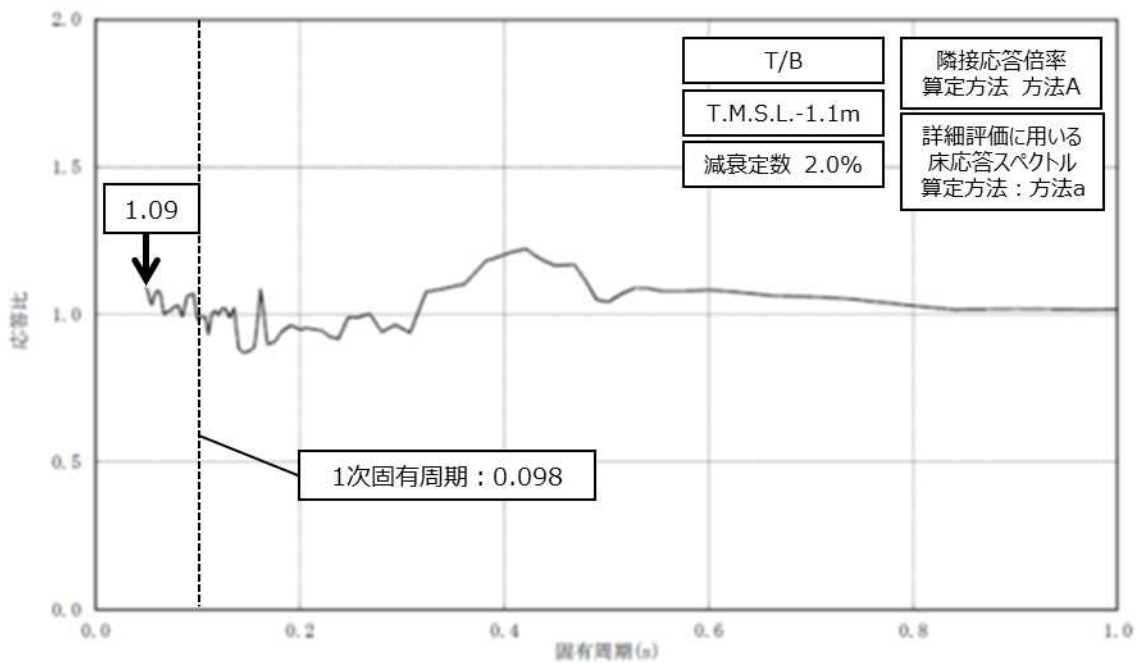
図添2-5 隣接応答倍率の算定 (RCW-T-4)



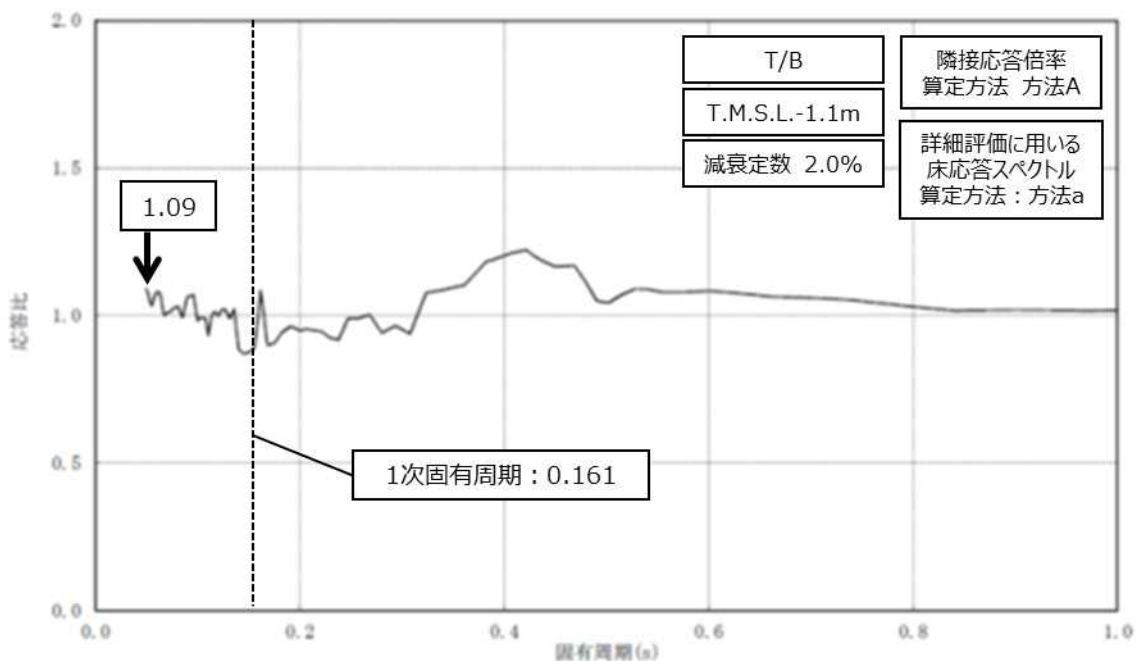
図添2-6 隣接応答倍率の算定 (HPCF-R-024)



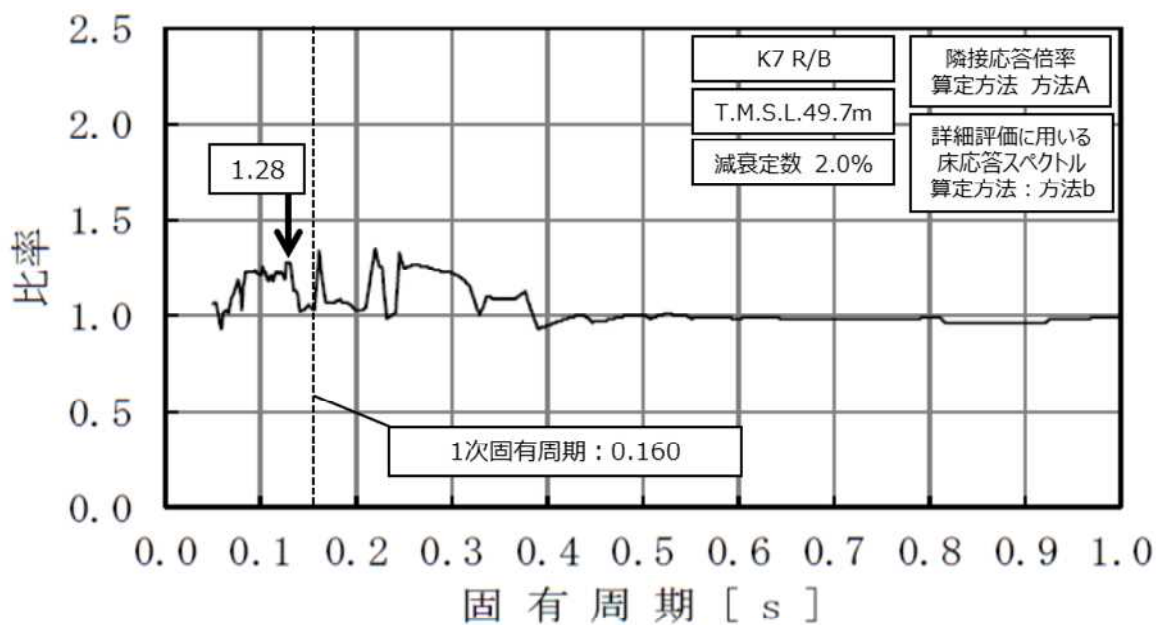
図添2-7 隣接応答倍率の算定 (RCW-T-1)



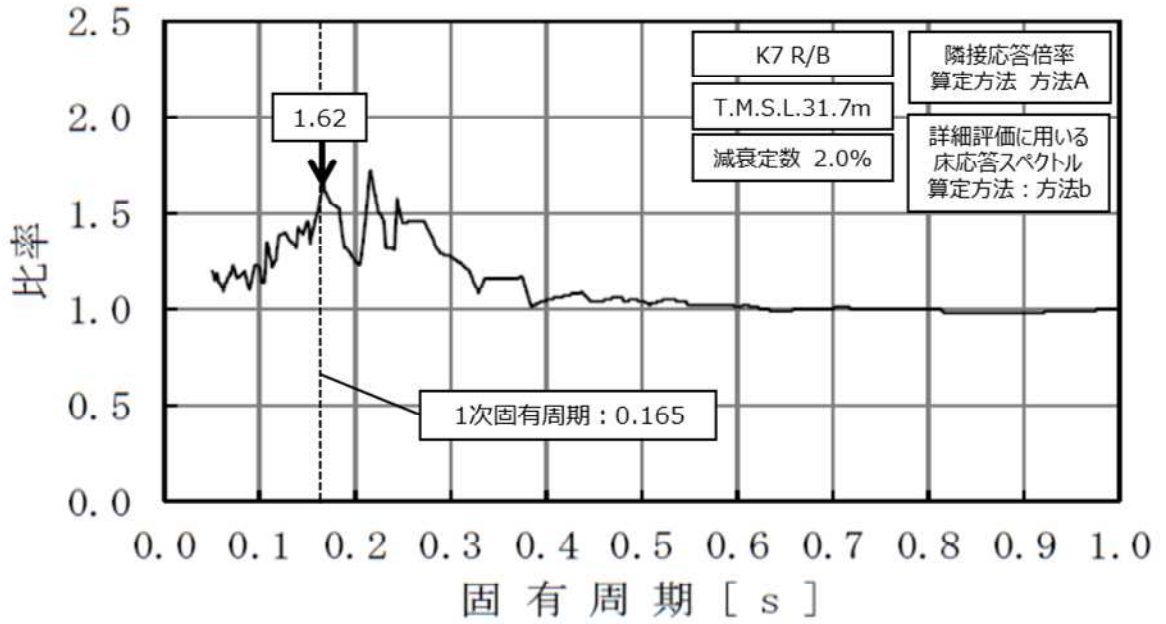
図添2-8 隣接応答倍率の算定 (RCW-T-3)



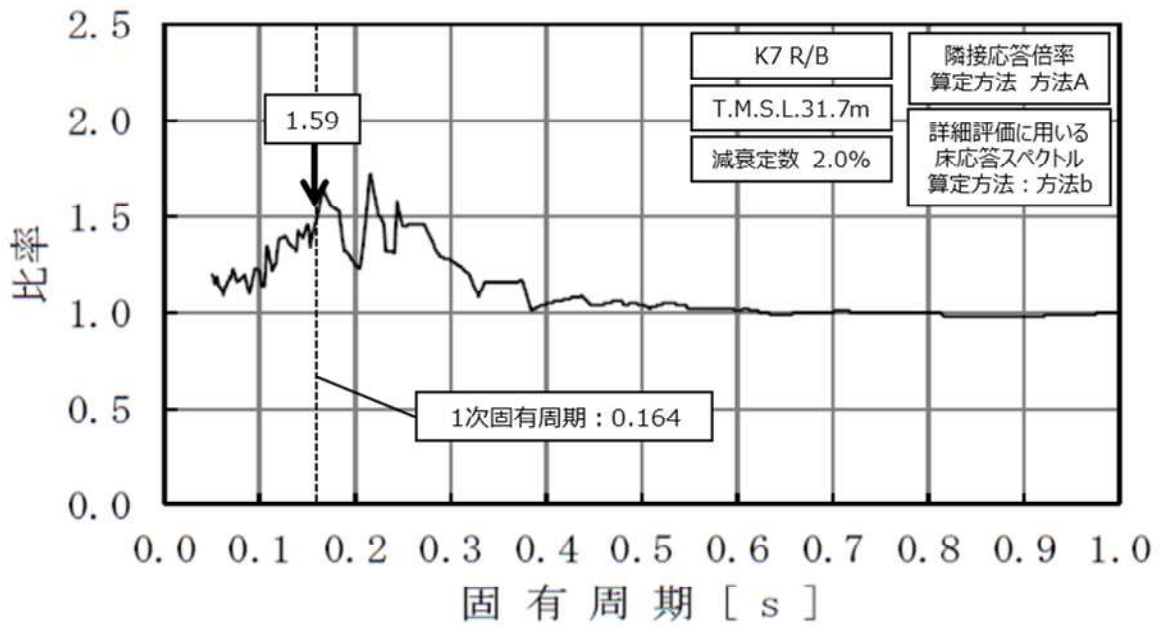
図添2-9 隣接応答倍率の算定 (RCW-T-5)



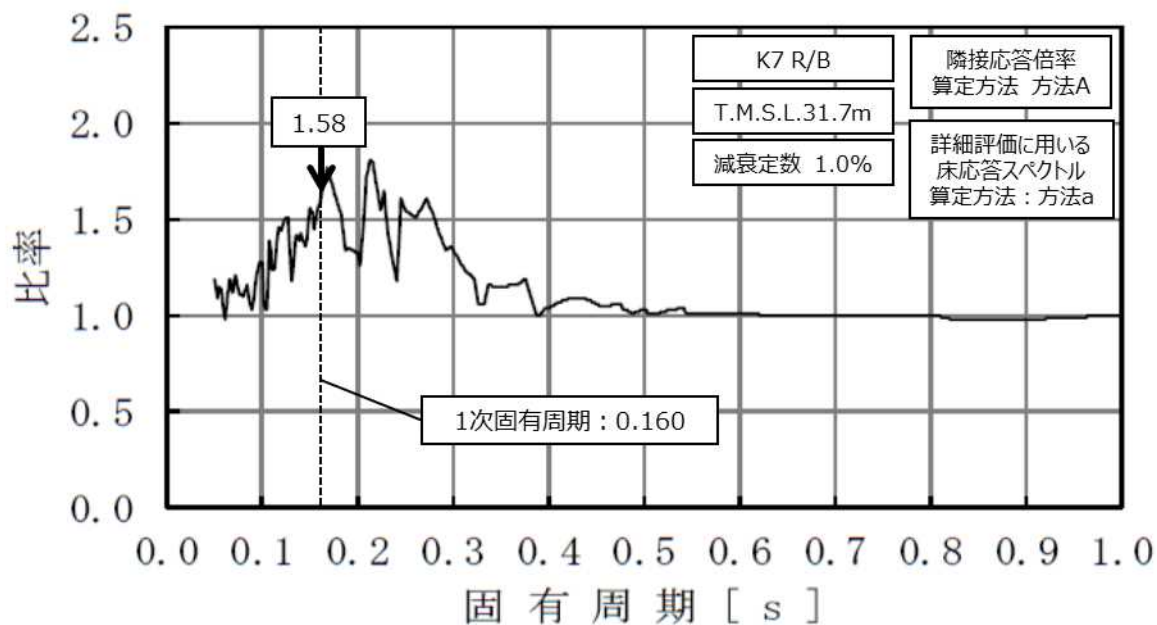
図添2-10 隣接応答倍率の算定 (SGTS-R-3)



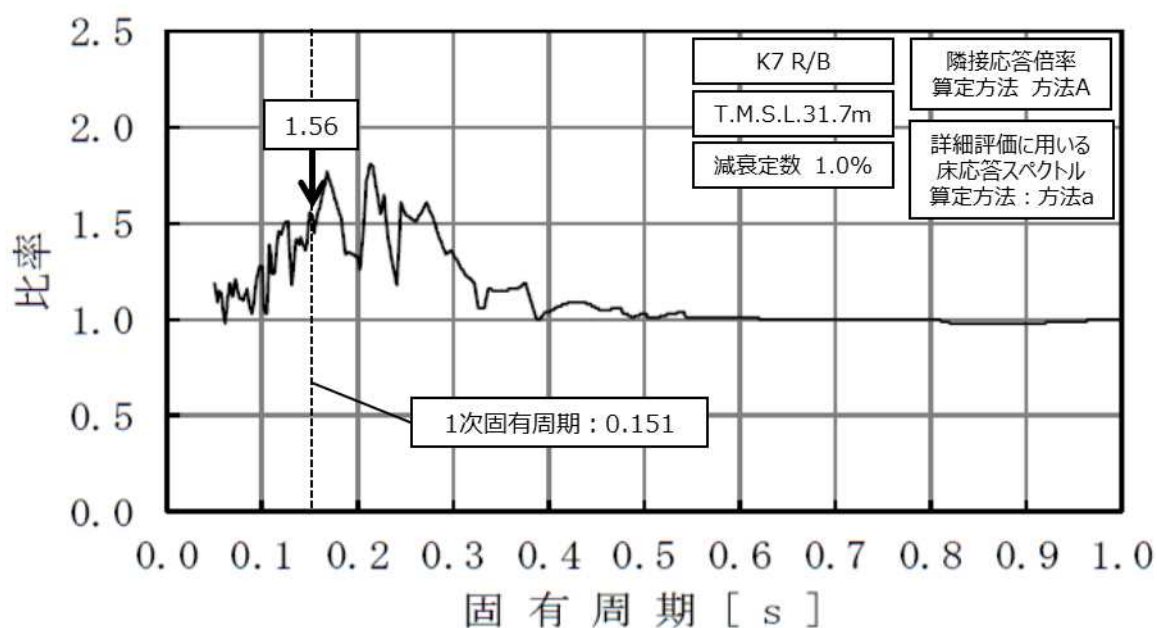
図添2-11 隣接応答倍率の算定 (HCVS-R-1)



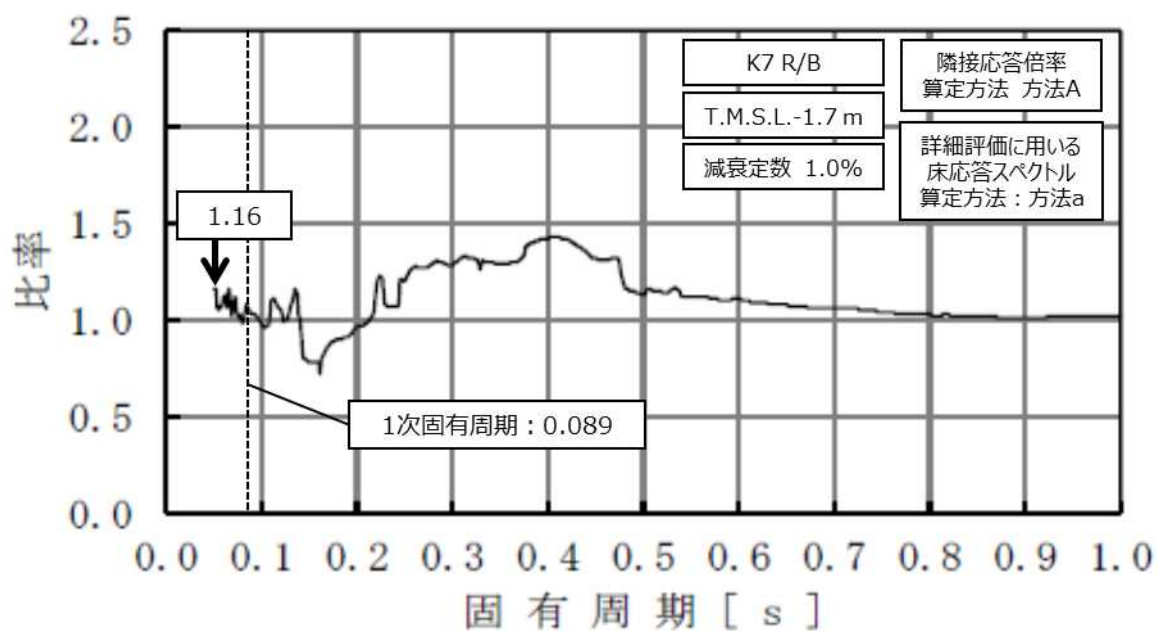
図添2-12 隣接応答倍率の算定 (FCVS-R-5)



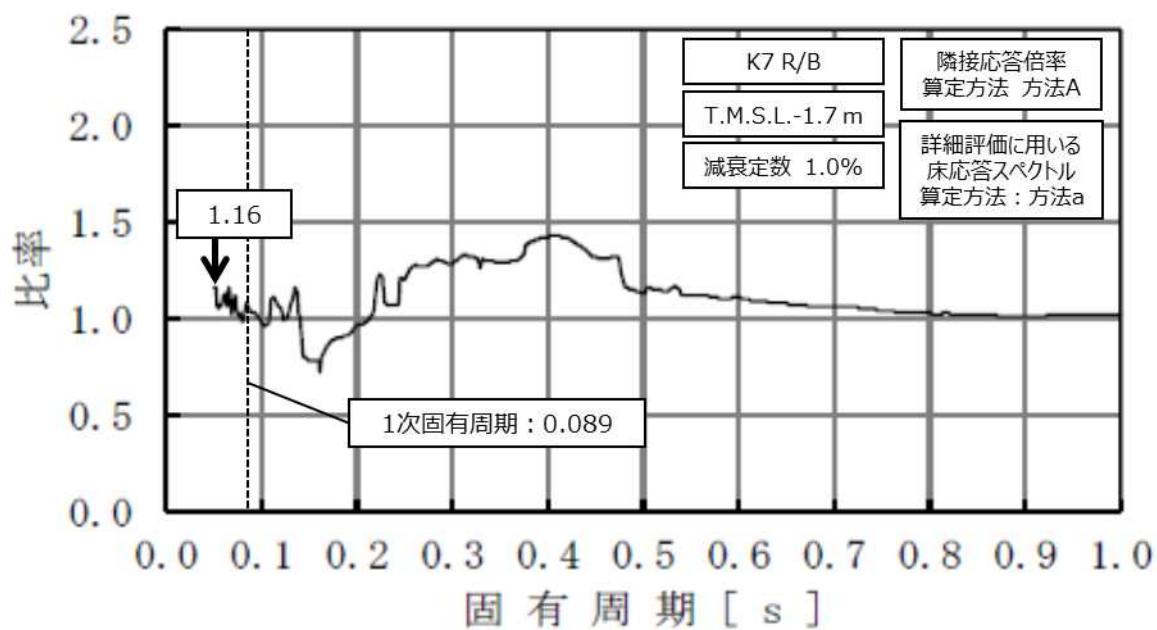
図添2-13 隣接応答倍率の算定 (使用済燃料プール水位・温度 (SA))



図添2-14 隣接応答倍率の算定 (使用済燃料プール水位・温度 (SA広域))



図添2-15 隣接応答倍率の算定 (下部ドライウェルアクセストンネルスリーブ及び鏡板(所員用エアロック付き))



図添2-16 隣接応答倍率の算定 (下部ドライウェル所員用エアロック)

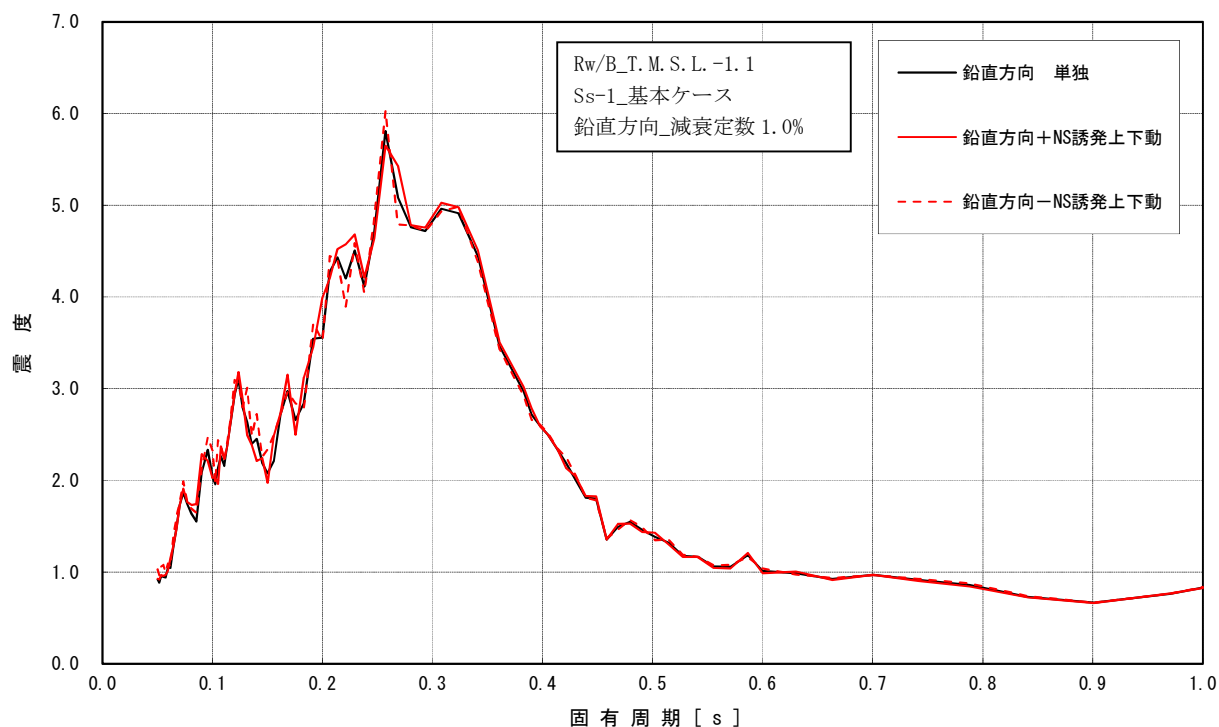
影響検討における誘発上下動の扱いについて

設計用床応答曲線の作成にあたっては、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2. 地震応答解析の基本方針」に基づき、誘発上下動について、誘発上下動の応答時刻歴を時々刻々加算したもの（ $V + X_v$, $V + Y_v$ ）を入力として作成した床応答スペクトル及び時々刻々減算したもの（ $V - X_v$, $V - Y_v$ ）を入力として作成した床応答スペクトルを、鉛直方向地震力に対する鉛直方向の応答時刻歴（ V ）を入力として作成した床応答スペクトルと包絡することにより考慮している。

ここで、 X_v はX方向地震力に対する誘発上下動の応答時刻歴であり、 Y_v はY方向地震力に対する誘発上下動の応答時刻歴である。

図2-1に設計用床応答曲線の作成における誘発上下動の考慮の例として、廃棄物処理建屋のうち、鉛直方向で支配的なSs-1の例を示す。

図2-1に示す通り設計用床応答曲線において誘発上下動の寄与は極めて小さいことから、隣接建屋の影響による誘発上下動の応答時刻歴の変動が機器の耐震計算に及ぼす影響も小さいと考えられるため、本検討においては考慮しない。



図添3-1 設計用床応答曲線の作成における誘発上下動の考慮の例

簡易評価の結果について

簡易評価は、「2.3.2」に示す通り、隣接応答倍率と機器の耐震計算書における裕度の比較を行い、裕度が隣接応答倍率以上となることを確認することで、隣接建屋により機器の耐震性への影響が無いことについて、簡易的に確認を行っている。

簡易評価の結果、裕度が隣接応答倍率以上となった機器のうち、設計用 I を用いて評価を行っており、かつ裕度が1.5を下回るものの評価結果について、表添4-1に示す。

表添 4-1 簡易評価結果 (1 / 3)

No.	機器名称	建屋	標高 T. M. S. L. (m)	減衰 定数	一次 固有 周期 (s)	使用 耐震 条件	簡易評価				
							評価 部位	応力 分類	裕度	隣接応答 倍率 [算定方法]	結果
1	配管 (FDW-T-1)	T/B	20.4	3.0%	0.151	I	配管	一次+二次	1.30	1.02 [方法 A]	○
2	配管 (RCIC-R-660)	R/B	-1.7	0.5%	0.085	I	配管	一次+二次	1.49	1.16 [方法 A]	○
3	配管 (RCW-T-2)	T/B	-1.1	2.0%	0.137	I	配管	一次+二次	1.24	1.09 [方法 A]	○
4	配管 (RCW-T-6)	T/B	-1.1	2.0%	0.194	I	配管	一次+二次	1.09	1.09 [方法 A]	○
5	配管 (FCVS-R-2)	R/B	18.1	2.0%	0.119	I	配管	一次+二次	1.41	1.21 [方法 A]	○
6	配管 (MCR-C-16)	C/B	24.1	2.0%	0.060	I	配管	一次+二次	1.49	1.23 [方法 A]	○
7	配管 (IA-T-1)	K7T/B	12.3	2.0%	0.157	I	配管	一次	1.22	1.10 [方法 A]	○
8	配管 (HPCF-PD-2)	R/B (大型)	15.6	0.5%	0.119	I	配管	一次+二次	1.46	1.13 [方法 A]	○
9	配管 (CRD-PD-3)	PCV (大型)	1.7	2.0%	0.160	I	配管	一次+二次	1.32	1.26 [方法 A]	○

表添 4-1 簡易評価結果 (2 / 3)

No.	機器名称	建屋	標高 T. M. S. L. (m)	減衰 定数	一次 固有 周期 (s)	使用 耐震 条件	簡易評価				
							評価 部位	応力 分類	裕度	隣接応答 倍率 [算定方法]	結果
13	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	K7R/B	23.5	—	—	I	基礎 ボルト	引張り	1.47	1.08 [方法 A]	○
14	使用済燃料貯蔵ラック	K7R/B	23.5	7.0%	0.082	I	基礎 ボルト	引張り	1.50	1.08 [方法 A]	○
15	使用済燃料貯蔵プール 監視カメラ	K7R/B	49.7	—	—	I	カメラ 本体	機能維持 評価	1.31	1.11 [—]	○
16	使用済燃料貯蔵プール 監視カメラ用空冷装置	K7R/B	49.7	—	—	I	装置本体	機能維持 評価	1.31	1.11 [—]	○
17	燃料プール冷却浄化系ポンプ	K7R/B	18.1	—	—	I	ポンプ 軸位置	機能維持 評価	1.11	1.07 [方法 A]	○
18	残留熱除去系熱交換器	K7R/B	-8.2	—	—	I	胴板	一次+二次	1.25	1.17 [—]	○
19	残留熱除去系ポンプ	K7R/B	-8.2	—	—	I	電動機 軸受部	機能維持 評価	1.19	1.18 [—]	○
20	高圧炉心注水系ポンプ	K7R/B	-8.2	—	—	I	電動機 軸受部	機能維持 評価	1.19	1.18 [—]	○

表添 4-1 簡易評価結果 (3 / 3)

No.	機器名称	建屋	標高 T. M. S. L. (m)	減衰 定数	一次 固有 周期 (s)	使用 耐震 条件	簡易評価				
							評価 部位	応力 分類	裕度	隣接応答 倍率 [算定方法]	結果
21	原子炉隔離時冷却系ポンプ	K7R/B	-8.2	—	—	I	ポンプ 軸位置	機能維持 評価	1.21	1.18 [—]	○
22	原子炉隔離時冷却系ポンプ 駆動用蒸気タービン	K7R/B	-8.2	—	—	I	タービン	機能維持 評価	1.19	1.17 [—]	○
23	復水移送ポンプ	Rw/B	-6.1	—	—	I	ポンプ 軸位置	機能維持 評価	1.14	1.13 [—]	○
24	原子炉補機冷却水ポンプ	K7T/B	-1.1	—	—	I	ポンプ 軸位置	機能維持 評価	1.33	1.10 [—]	○
25	原子炉補機冷却海水ポンプ	K7T/B	4.9	—	—	I	ポンプ 軸位置	機能維持 評価	1.33	1.09 [—]	○
26	中央制御室送風機, 中央制御 室排風機及び中央制御室再 循環送風機	C/B	17.3	—	—	I	ファン ・電動機	機能維持 評価	1.07	1.02 [—]	○
27	下部ドライウェルアクセス トンネルスリーブ及び鏡板 (機器搬入用ハッチ付)	K7R/B	-1.7	1.0%	0.077	I	フランジ プレート (内側)	曲げ 応力度	1.03	1.01 [方法 B]	○
28	燃料取替床ブローアウト パネル閉止装置	K7R/B	49.7	—	—	I	閉止装置 全体	機能維持 評価	1.41	1.11 [—]	○
29	非常用ディーゼル発電機	K7R/B	12.3	—	—	I	軸受	機能維持 評価	1.14	1.07 [—]	○
30	燃料取替機	K7R/B	31.7	—	—	I	燃料取替機 構造 フレーム	組合せ	1.17	1.14 [—]	○

表添 5-1 (1/4) 最大応答加速度 (水平方向)

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	最大応答加速度 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$						隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮			
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値	
原子炉遮蔽壁	18	21.200	0.51	0.56	0.56	0.49	0.49	0.49	1.15
	19	18.440	0.48	0.53	0.53	0.44	0.46	0.46	1.16
	20	17.020	0.46	0.50	0.50	0.42	0.44	0.44	1.14
	21	15.600	0.43	0.47	0.47	0.40	0.42	0.42	1.12
	22	13.950	0.41	0.44	0.44	0.39	0.40	0.40	1.10
原子炉本体基礎	23	12.300	0.40	0.42	0.42	0.38	0.38	0.38	1.11
	24	8.200	0.38	0.39	0.39	0.35	0.35	0.35	1.12
	25	7.000	0.37	0.38	0.38	0.34	0.34	0.34	1.12
	26	4.500	0.36	0.36	0.36	0.33	0.33	0.33	1.09
	27	3.500	0.36	0.36	0.36	0.33	0.32	0.33	1.09
	28	1.700	0.35	0.35	0.35	0.32	0.32	0.32	1.10
	29	-2.100	0.34	0.34	0.34	0.31	0.31	0.31	1.10
	30	-4.700	0.33	0.34	0.34	0.30	0.30	0.30	1.14
原子炉压力容器	34	26.013	0.67	0.70	0.70	0.70	0.63	0.70	1.00
	35	23.553	0.61	0.66	0.66	0.64	0.59	0.64	1.04
	36	22.163	0.59	0.63	0.63	0.60	0.56	0.60	1.05
	37	20.494	0.56	0.60	0.60	0.55	0.53	0.55	1.09
	38	18.716	0.53	0.56	0.56	0.50	0.50	0.50	1.12
	40	16.506	0.49	0.52	0.52	0.44	0.45	0.45	1.16
	42	15.266	0.47	0.50	0.50	0.41	0.43	0.43	1.17
	46	12.297	0.42	0.44	0.44	0.37	0.39	0.39	1.13
	51	9.402	0.38	0.40	0.40	0.36	0.36	0.36	1.12
	54	6.795	0.38	0.38	0.38	0.35	0.35	0.35	1.09
57	5.066	0.37	0.37	0.37	0.34	0.34	0.34	1.09	

表添 5-1 (2/4) 最大応答加速度 (水平方向)

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	最大応答加速度 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$						
			隣接考慮			隣接非考慮			隣接応答倍率 (①/②)
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値	
気水分離器, スタンドパイプ 及び 炉心シュラウド	62	19.472	0.88	0.95	0.95	0.96	0.92	0.96	0.99
	63	18.716	0.75	0.82	0.82	0.74	0.74	0.74	1.11
	64	17.179	0.52	0.59	0.59	0.47	0.50	0.50	1.18
	65	16.506	0.50	0.57	0.57	0.44	0.48	0.48	1.19
	66	15.641	0.49	0.55	0.55	0.43	0.47	0.47	1.17
	67	15.266	0.48	0.54	0.54	0.43	0.46	0.46	1.18
	68	14.433	0.47	0.52	0.52	0.42	0.45	0.45	1.16
	69	13.721	0.46	0.51	0.51	0.41	0.44	0.44	1.16
	70	13.009	0.45	0.49	0.49	0.41	0.43	0.43	1.14
	71	12.297	0.44	0.48	0.48	0.40	0.42	0.42	1.15
	72	11.585	0.43	0.47	0.47	0.40	0.41	0.41	1.15
	73	10.873	0.42	0.45	0.45	0.39	0.40	0.40	1.13
	74	10.161	0.41	0.44	0.44	0.39	0.39	0.39	1.13
	75	9.645	0.41	0.43	0.43	0.38	0.39	0.39	1.11
	76	10.161	0.41	0.44	0.44	0.38	0.39	0.39	1.13
78	9.402	0.41	0.43	0.43	0.38	0.38	0.38	1.14	
79	8.395	0.40	0.41	0.41	0.37	0.37	0.37	1.11	
80	7.388	0.38	0.39	0.39	0.36	0.36	0.36	1.09	
81	6.795	0.38	0.38	0.38	0.35	0.35	0.35	1.09	
原子炉冷却材 再循環ポンプ	58	6.253	0.38	0.38	0.38	0.35	0.35	0.35	1.09
原子炉圧力容器	56	5.817	0.37	0.38	0.38	0.35	0.34	0.35	1.09
	57	5.066	0.37	0.37	0.37	0.34	0.34	0.34	1.09
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	110	1.655	0.44	0.40	0.44	0.41	0.41	0.41	1.08
	111	0.934	0.53	0.45	0.53	0.48	0.51	0.51	1.04
	112	0.184	0.67	0.50	0.67	0.57	0.62	0.62	1.08
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	82	5.817	0.37	0.38	0.38	0.35	0.34	0.35	1.09
	83	5.066	0.38	0.38	0.38	0.35	0.35	0.35	1.09
	87	1.655	0.44	0.40	0.44	0.41	0.41	0.41	1.08
	88	0.934	0.46	0.41	0.46	0.42	0.42	0.42	1.10
	89	0.184	0.53	0.50	0.53	0.52	0.54	0.54	0.99
燃料集合体	90	14.433	0.47	0.52	0.52	0.42	0.45	0.45	1.16
	91	13.721	0.57	0.75	0.75	0.46	0.50	0.50	1.50
	92	13.009	0.71	0.92	0.92	0.57	0.61	0.61	1.51
	93	12.297	0.76	0.98	0.98	0.62	0.66	0.66	1.49
	94	11.585	0.71	0.90	0.90	0.57	0.61	0.61	1.48
	95	10.873	0.55	0.70	0.70	0.45	0.48	0.48	1.46
	96	10.161	0.41	0.44	0.44	0.38	0.39	0.39	1.13

表添 5-1 (3/4) 最大応答加速度 (水平方向)

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	最大応答加速度 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.2$						隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮			
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値	
原子炉遮蔽壁	18	21.200	0.61	0.67	0.67	0.58	0.58	0.58	1.16
	19	18.440	0.58	0.63	0.63	0.53	0.55	0.55	1.15
	20	17.020	0.55	0.60	0.60	0.50	0.53	0.53	1.14
	21	15.600	0.51	0.56	0.56	0.48	0.50	0.50	1.12
	22	13.950	0.49	0.53	0.53	0.47	0.48	0.48	1.11
原子炉本体基礎	23	12.300	0.48	0.50	0.50	0.45	0.46	0.46	1.09
	24	8.200	0.45	0.46	0.46	0.42	0.42	0.42	1.10
	25	7.000	0.45	0.45	0.45	0.41	0.41	0.41	1.10
	26	4.500	0.43	0.43	0.43	0.40	0.40	0.40	1.08
	27	3.500	0.43	0.43	0.43	0.39	0.39	0.39	1.11
	28	1.700	0.42	0.42	0.42	0.38	0.38	0.38	1.11
	29	-2.100	0.40	0.41	0.41	0.37	0.37	0.37	1.11
	30	-4.700	0.39	0.41	0.41	0.36	0.36	0.36	1.14
原子炉压力容器	34	26.013	0.80	0.84	0.84	0.84	0.75	0.84	1.00
	35	23.553	0.73	0.79	0.79	0.76	0.70	0.76	1.04
	36	22.163	0.70	0.76	0.76	0.72	0.67	0.72	1.06
	37	20.494	0.67	0.72	0.72	0.66	0.64	0.66	1.09
	38	18.716	0.63	0.67	0.67	0.60	0.59	0.60	1.12
	40	16.506	0.59	0.62	0.62	0.53	0.54	0.54	1.15
	42	15.266	0.56	0.60	0.60	0.49	0.52	0.52	1.16
	46	12.297	0.50	0.53	0.53	0.45	0.47	0.47	1.13
	51	9.402	0.46	0.48	0.48	0.43	0.43	0.43	1.12
	54	6.795	0.45	0.46	0.46	0.42	0.42	0.42	1.10
57	5.066	0.44	0.45	0.45	0.41	0.41	0.41	1.10	

表添 5-1 (4/4) 最大応答加速度 (水平方向)

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	最大応答加速度 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.2$							隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮				
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値		
気水分離器, スタンドパイプ 及び 炉心シュラウド	62	19.472	1.06	1.14	1.14	1.16	1.11	1.16	0.99	
	63	18.716	0.90	0.99	0.99	0.89	0.89	0.89	1.12	
	64	17.179	0.63	0.71	0.71	0.56	0.60	0.60	1.19	
	65	16.506	0.60	0.68	0.68	0.52	0.57	0.57	1.20	
	66	15.641	0.58	0.66	0.66	0.51	0.56	0.56	1.18	
	67	15.266	0.58	0.65	0.65	0.51	0.55	0.55	1.19	
	68	14.433	0.56	0.63	0.63	0.50	0.54	0.54	1.17	
	69	13.721	0.55	0.61	0.61	0.50	0.53	0.53	1.15	
	70	13.009	0.54	0.59	0.59	0.49	0.52	0.52	1.14	
	71	12.297	0.52	0.57	0.57	0.48	0.51	0.51	1.12	
	72	11.585	0.51	0.56	0.56	0.48	0.50	0.50	1.12	
	73	10.873	0.50	0.54	0.54	0.47	0.48	0.48	1.13	
	74	10.161	0.50	0.53	0.53	0.46	0.47	0.47	1.13	
	75	9.645	0.49	0.52	0.52	0.46	0.46	0.46	1.13	
	76	10.161	0.49	0.52	0.52	0.46	0.47	0.47	1.11	
78	9.402	0.49	0.51	0.51	0.45	0.46	0.46	1.11		
79	8.395	0.47	0.49	0.49	0.44	0.44	0.44	1.12		
80	7.388	0.46	0.47	0.47	0.43	0.43	0.43	1.10		
81	6.795	0.45	0.46	0.46	0.42	0.42	0.42	1.10		
原子炉冷却材 再循環ポンプ	58	6.253	0.45	0.46	0.46	0.42	0.42	0.42	1.10	
原子炉圧力容器	56	5.817	0.45	0.45	0.45	0.41	0.41	0.41	1.10	
	57	5.066	0.44	0.45	0.45	0.41	0.41	0.41	1.10	
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	110	1.655	0.53	0.48	0.53	0.49	0.49	0.49	1.09	
	111	0.934	0.64	0.54	0.64	0.58	0.61	0.61	1.05	
	112	0.184	0.81	0.60	0.81	0.68	0.74	0.74	1.10	
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	82	5.817	0.45	0.45	0.45	0.41	0.41	0.41	1.10	
	83	5.066	0.45	0.46	0.46	0.42	0.42	0.42	1.10	
	87	1.655	0.53	0.48	0.53	0.49	0.49	0.49	1.09	
	88	0.934	0.55	0.49	0.55	0.51	0.50	0.51	1.08	
	89	0.184	0.64	0.59	0.64	0.62	0.64	0.64	1.00	
燃料集合体	90	14.433	0.56	0.63	0.63	0.50	0.54	0.54	1.17	
	91	13.721	0.68	0.90	0.90	0.55	0.59	0.59	1.53	
	92	13.009	0.85	1.11	1.11	0.69	0.74	0.74	1.50	
	93	12.297	0.92	1.18	1.18	0.74	0.79	0.79	1.50	
	94	11.585	0.85	1.08	1.08	0.69	0.73	0.73	1.48	
	95	10.873	0.66	0.83	0.83	0.54	0.57	0.57	1.46	
	96	10.161	0.49	0.52	0.52	0.46	0.47	0.47	1.11	

表添 5-2 (1/3) せん断力

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)							隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮				
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値		
原子炉压力容器	34	26.013	146	154	154	154	138	154	1.00	
	35	23.553	638	683	683	664	610	664	1.03	
	36	22.163	1290	1160	1290	1310	1070	1310	0.99	
	37	20.494	2180	2140	2180	2220	1910	2220	0.99	
	38	18.716	2210	2030	2210	2500	2160	2500	0.89	
	40	16.506	2520	2340	2520	2800	2440	2800	0.90	
			2830	2700	2830	3110	2720	3110	0.91	
	42	15.266	3010	2880	3010	3280	2880	3280	0.92	
			3240	3070	3240	3500	3090	3500	0.93	
	46	12.297	3800	3640	3800	4030	3600	4030	0.95	
			3950	3820	3950	4170	3740	4170	0.95	
51	9.402	4400	4390	4400	4570	4150	4570	0.97		
		3730	4870	4870	3540	3600	3600	1.36		
54	6.795	3420	4470	4470	3170	3240	3240	1.38		
		1210	1270	1270	1160	1180	1180	1.08		
57	5.066	428	427	428	400	422	422	1.02		
原子炉压力容器 スカート	32	9.402	8010	9090	9090	7460	7620	7620	1.20	
	33	8.200								
原子炉遮蔽壁	18	21.200	360	393	393	338	341	341	1.16	
	19	18.440	2390	2600	2600	1860	2040	2040	1.28	
	20	17.020	2790	3030	3030	2220	2420	2420	1.26	
	21	15.600	4350	4760	4760	3700	3930	3930	1.22	
	22	13.950	4760	5220	5220	4100	4330	4330	1.21	
	23	12.300	26600	17500	26600	35200	31500	35200	0.76	
原子炉本体基礎	24	8.200	33400	27400	33400	41300	37600	41300	0.81	
	25	7.000	34400	28800	34400	42200	38500	42200	0.82	
	26	4.500	35200	29800	35200	42800	39200	42800	0.83	
	27	3.500	35700	30400	35700	43200	39700	43200	0.83	
	28	1.700	37100	32100	37100	44300	41100	44300	0.84	
	29	-2.100	38200	33600	38200	45000	42200	45000	0.85	
	30	-4.700	39200	35000	39200	45800	43100	45800	0.86	
	31	-8.200	39200	35000	39200	45800	43100	45800	0.86	

表添 5-2 (2/3) せん断力

機器	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)						隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮			
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値	
燃料集合体	90	14.433	813	1050	1050	657	701	701	1.50
	91	13.721	542	695	695	439	469	469	1.49
	92	13.009	191	239	239	155	166	166	1.44
	93	12.297	192	254	254	156	166	166	1.53
	94	11.585	544	699	699	440	471	471	1.49
	95	10.873	810	1040	1040	654	699	699	1.49
制御棒案内管	96	10.161	130	120	130	111	117	117	1.12
	97	9.645	104	92.2	104	87.1	91.3	91.3	1.14
	98	9.402	58.4	50.4	58.4	47.0	49.2	49.2	1.19
	99	8.395	27.7	27.4	27.7	24.5	25.3	25.3	1.10
	100	7.388	98.9	85.0	98.9	81.6	85.4	85.4	1.16
	101	6.795	146	126	146	119	124	124	1.18
制御棒駆動機構 ハウジング	102	6.347	204	179	204	167	176	176	1.16
	103	5.817	256	228	256	217	228	228	1.13
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	104	5.066	65.7	58.1	65.7	49.4	55.1	55.1	1.20
	105	4.213	29.5	25.6	29.5	20.3	23.1	23.1	1.28
	106	3.361	22.7	18.7	22.7	23.5	23.4	23.5	0.97
	107	2.508	56.2	51.1	56.2	55.9	55.0	55.9	1.01
	108	1.655	83.4	68.8	83.4	75.0	78.9	78.9	1.06
	109	0.934	14.7	11.2	14.7	12.7	13.6	13.6	1.08
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	110	0.184	81.1	81.0	81.1	71.9	72.8	72.8	1.12
	111	5.817	49.9	49.7	49.9	43.7	43.9	43.9	1.14
	112	5.066	14.0	13.8	14.0	13.7	12.1	13.7	1.03
	113	4.213	29.1	26.6	29.1	28.5	27.7	28.5	1.03
	114	3.361	70.2	63.3	70.2	65.3	64.5	65.3	1.08
	115	2.508	70.9	62.3	70.9	64.0	63.8	64.0	1.11
	116	1.655	11.7	10.9	11.7	11.2	11.7	11.7	1.00
	117	0.934							

表添 5-2 (3/3) せん断力

機器	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	せん断力 (kN)						隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮			
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値	
気水分離器及び スタンドパイプ	62	19.472	89.7	96.2	96.2	98.6	94.1	98.6	0.98
	63	18.716	266	289	289	283	273	283	1.03
	64	17.179	398	441	441	385	384	385	1.15
炉心シュラウド	65	16.506	437	486	486	415	415	415	1.18
	66	15.641	478	534	534	449	449	449	1.19
	67	15.266	550	619	619	528	513	528	1.18
	68	14.433	1420	1900	1900	1180	1210	1210	1.57
	69	13.721	1430	1900	1900	1200	1220	1220	1.56
	70	13.009	1430	1860	1860	1200	1220	1220	1.53
	71	12.297	1420	1810	1810	1190	1210	1210	1.50
	72	11.585	1410	1770	1770	1190	1210	1210	1.47
	73	10.873	1410	1750	1750	1200	1210	1210	1.45
	74	10.161	1420	1760	1760	1210	1220	1220	1.45
	75	9.645	1030	1300	1300	825	880	880	1.48
	76	10.161	2350	3150	3150	1910	2020	2020	1.56
	75(77)	9.645	2380	3180	3180	1920	2040	2040	1.56
	78	9.402	2410	3210	3210	1940	2070	2070	1.55
	79	8.395	2420	3230	3230	1960	2080	2080	1.56
80	7.388	410	385	410	363	352	363	1.13	
原子炉冷却材 再循環ポンプ	58	6.253	308	283	308	268	257	268	1.15
	59	5.376	247	225	247	213	203	213	1.16
	60	4.523							
	61	3.671							

表添 5-3 (1/3) モーメント

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)						隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮			
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値	
原子炉圧力容器	34	26.013	0	0	0	0	0	0	—
	35	23.553	359	379	379	377	340	377	1.01
	36	22.163	1250	1330	1330	1300	1190	1300	1.03
	37	20.494	3400	3260	3400	3490	2940	3490	0.98
	38	18.716	7270	7060	7270	7430	6300	7430	0.98
	40	16.506	12400	11800	12400	13200	11300	13200	0.94
	42	15.266	16000	15200	16000	17100	14700	17100	0.94
	46	12.297	26400	25100	26400	28300	24600	28300	0.94
	51	9.402	38400	36700	38400	40900	36000	40900	0.94
			6970	6940	6970	6730	6940	6940	1.01
54	6.795	15000	19200	19200	12300	12600	12600	1.53	
		1900	1930	1930	1740	1740	1740	1.11	
57	5.066	248	218	248	209	218	218	1.14	
原子炉圧力容器 スカート	32	9.402	39600	41300	41300	38500	36400	38500	1.08
	33	8.200	48500	52100	52100	46600	45500	46600	1.12
原子炉遮蔽壁	18	21.200	0	0	0	0	0	0	—
	19	18.440	992	1090	1090	933	939	939	1.16
	20	17.020	4390	4770	4770	3550	3840	3840	1.25
	21	15.600	8340	9070	9070	6670	7270	7270	1.25
	22	13.950	15500	17000	17000	12800	13800	13800	1.24
	23	12.300	23400	25600	25600	19600	20900	20900	1.23
原子炉本体基礎	24	8.200	120000	90900	120000	154000	137000	154000	0.78
			153000	140000	153000	198000	173000	198000	0.78
	25	7.000	191000	173000	191000	246000	217000	246000	0.78
	26	4.500	275000	245000	275000	350000	313000	350000	0.79
	27	3.500	310000	275000	310000	393000	352000	393000	0.79
	28	1.700	374000	329000	374000	470000	424000	470000	0.80
	29	-2.100	515000	451000	515000	638000	580000	638000	0.81
	30	-4.700	614000	538000	614000	755000	689000	755000	0.82
31	-8.200	751000	660000	751000	914000	840000	914000	0.83	

表添 5-3 (2/3) モーメント

機器	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)							隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮			隣接応答倍率 (①/②)	
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値		
燃料集合体	90	14.433	0	0	0	0	0	0	—	
	91	13.721	579	747	747	468	500	500	1.50	
	92	13.009	965	1250	1250	780	833	833	1.50	
	93	12.297	1100	1420	1420	890	951	951	1.50	
	94	11.585	964	1240	1240	779	833	833	1.49	
	95	10.873	577	735	735	466	498	498	1.48	
	96	10.161	0	0	0	0	0	0	—	
制御棒案内管	97	10.161	0	0	0	0	0	0	—	
	98	9.645	67.1	61.7	67.1	57.3	60.1	60.1	1.12	
	99	9.402	92.3	84.1	92.3	78.4	82.2	82.2	1.13	
	100	8.395	151	132	151	126	132	132	1.15	
	101	7.388	124	107	124	102	107	107	1.16	
	102	6.795	65.1	56.4	65.1	52.9	55.6	55.6	1.17	
	103	6.347	0	0	0	0	0	0	—	
制御棒駆動機構 ハウジング	104	6.347	0	0	0	0	0	0	—	
	105	5.817	108	94.5	108	88.3	93.0	93.0	1.17	
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	106	5.066	301	265	301	251	264	264	1.14	
			65.0	60.0	65.0	56.4	57.2	57.2	1.14	
	107	4.213	24.5	18.1	24.5	29.8	28.2	29.8	0.83	
	108	3.361	28.1	24.7	28.1	36.1	34.4	36.1	0.78	
	109	2.508	35.4	23.0	35.4	30.6	28.6	30.6	1.16	
	110	1.655	71.2	57.9	71.2	63.5	67.0	67.0	1.07	
	111	0.934	11.1	8.39	11.1	9.49	10.2	10.2	1.09	
	112	0.184	0	0	0	0	0	0	—	
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	82	5.817	83.3	84.7	84.7	69.2	72.3	72.3	1.18	
	83	5.066	22.4	23.9	23.9	25.0	23.5	25.0	0.96	
	84	4.213	26.3	25.4	26.3	29.1	28.8	29.1	0.91	
	85	3.361	34.1	35.8	35.8	35.2	36.8	36.8	0.98	
	86	2.508	24.0	19.5	24.0	27.2	26.0	27.2	0.89	
	87	1.655	59.8	52.5	59.8	53.7	54.8	54.8	1.10	
	88	0.934	8.75	8.13	8.75	8.37	8.74	8.74	1.01	
	89	0.184	0	0	0	0	0	0	—	

表添 5-3 (3/3) モーメント

機器	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	モーメント (kN・m)						隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮			
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値	
気水分離器及び スタンドパイプ	62	19.472	0	0	0	0	0	0	—
	63	18.716	67.8	72.7	72.7	74.5	71.1	74.5	0.98
	64	17.179	476	516	516	509	490	509	1.02
炉心シュラウド	65	16.506	743	813	813	767	749	767	1.06
	66	15.641	1120	1240	1240	1120	1110	1120	1.11
	67	15.266	1300	1440	1440	1290	1280	1290	1.12
	68	14.433	1760	1950	1950	1730	1710	1730	1.13
	69	13.721	2760	3280	3280	2520	2510	2520	1.31
	70	13.009	3770	4620	4620	3350	3340	3350	1.38
	71	12.297	4790	5940	5940	4180	4170	4180	1.43
	72	11.585	5790	7230	7230	5020	5000	5020	1.44
	73	10.873	6790	8480	8480	5870	5840	5870	1.45
	74	10.161	7790	9730	9730	6720	6690	6720	1.45
	75	9.645	8520	10700	10700	7340	7310	7340	1.46
	76	10.161	0	0	0	0	0	0	—
	75(77)	9.645	531	671	671	426	454	454	1.48
			8960	11300	11300	7660	7680	7680	1.48
	78	9.402	9530	12100	12100	8120	8170	8170	1.49
79	8.395	12000	15300	15300	10100	10300	10300	1.49	
80	7.388	14400	18500	18500	12000	12300	12300	1.51	
81	6.795	15800	20400	20400	13200	13600	13600	1.50	
原子炉冷却材 再循環ポンプ	58	6.253	831	769	831	729	701	729	1.14
	59	5.376	473	432	473	410	392	410	1.16
	60	4.523	211	191	211	182	174	182	1.16
	61	3.671	0	0	0	0	0	0	—

表添 5-4 ばね反力

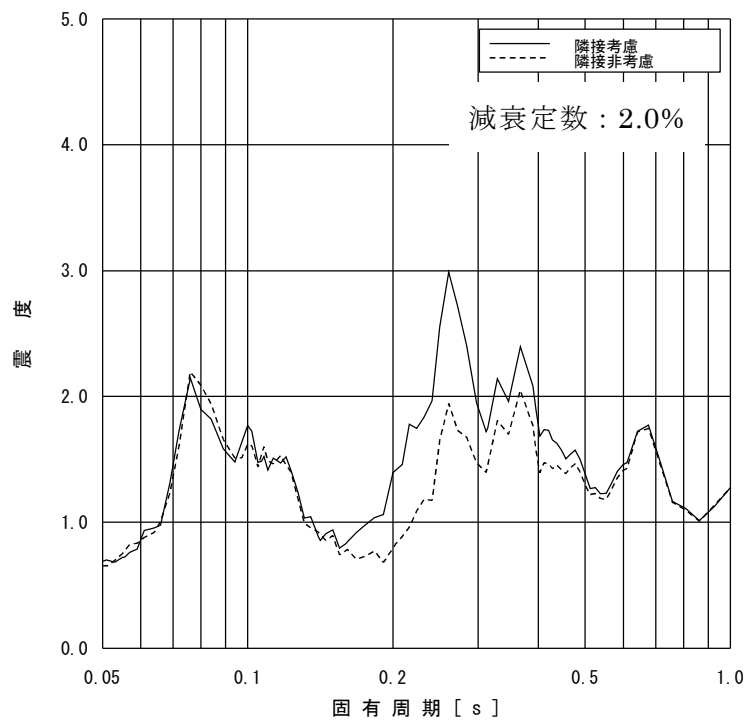
構造物名	ばね反力 (kN)							隣接応答倍率 (①/②)
	隣接考慮			隣接非考慮				
	NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値		
原子炉圧力容器 スタビライザ	492	505	505	604	561	604	0.84	
ダイヤフラムフロア	20100	11500	20100	30800	26800	30800	0.66	
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	399	366	399	388	389	389	1.03	

表添 5-5 相対変位

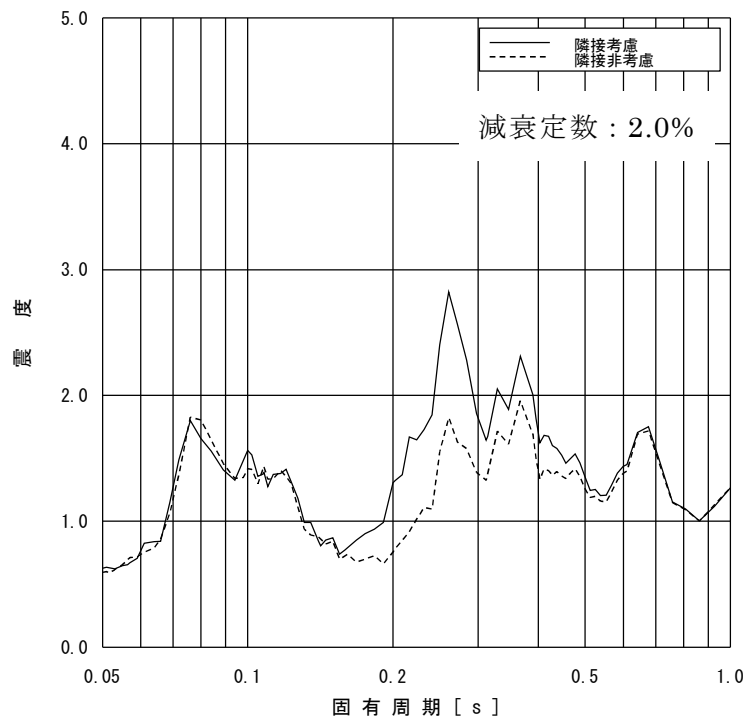
構造物	質点 番号	標高 T. M. S. L. (m)	相対変位 (mm)						隣接応答倍率 (①/②)
			隣接考慮			隣接非考慮			
			NS方向	EW方向	① 包絡値	NS方向	EW方向	② 包絡値	
燃料集合体	90	14.433	—	—	—	—	—	—	—
	91	13.721	3.79	4.87	4.90	3.06	3.27	3.30	1.50
	92	13.009	6.53	8.39	8.40	5.28	5.64	5.70	1.49
	93	12.297	7.53	9.66	9.70	6.09	6.50	6.50	1.50
	94	11.585	6.53	8.37	8.40	5.28	5.64	5.70	1.49
	95	10.873	3.78	4.84	4.90	3.06	3.26	3.30	1.51
	96	10.161	—	—	—	—	—	—	—

表添 5-6 床応答スペクトル

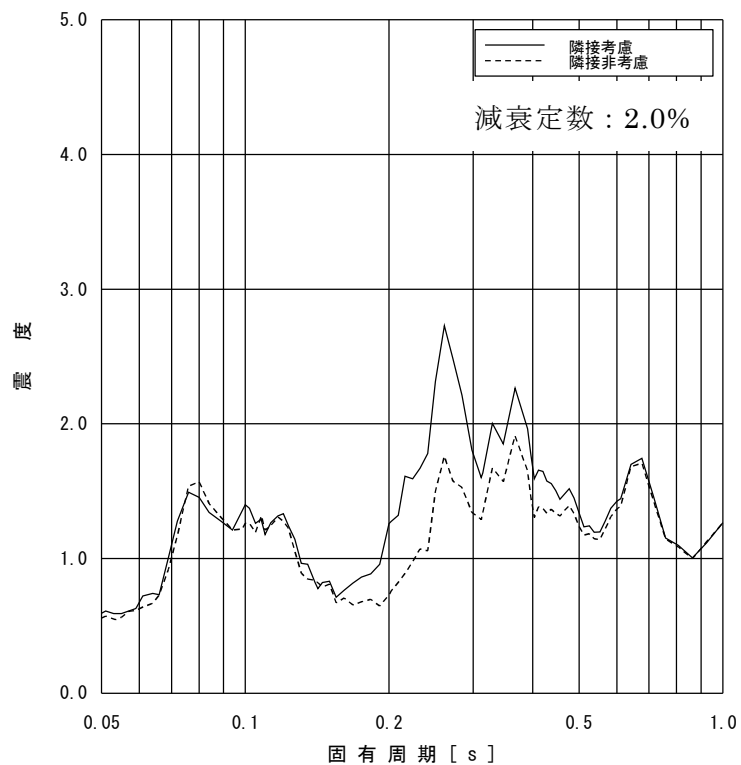
方向	建屋機器	標高 T. M. S. L. (m)	減衰 定数 (%)	床応答スペクトル
水平	原子炉遮蔽壁	21.200	2.0	図添5-1 (1/21)
		18.440		図添5-1 (2/21)
		17.020		図添5-1 (3/21)
		15.600		図添5-1 (4/21)
		13.950		図添5-1 (5/21)
	原子炉本体基礎	12.300		図添5-1 (6/21)
		8.200		図添5-1 (7/21)
		7.000		図添5-1 (8/21)
		4.500		図添5-1 (9/21)
		3.500		図添5-1 (10/21)
		1.700		図添5-1 (11/21)
		-2.100		図添5-1 (12/21)
		-4.700		図添5-1 (13/21)
	原子炉圧力容器	26.013		図添5-1 (14/21)
		20.494		図添5-1 (15/21)
		16.506		図添5-1 (16/21)
		15.266		図添5-1 (17/21)
		5.066		図添5-1 (18/21)
	炉心シュラウド	14.433		図添5-1 (19/21)
		10.161		図添5-1 (20/21)
	原子炉冷却材 再循環ポンプ	6.253		図添5-1 (21/21)



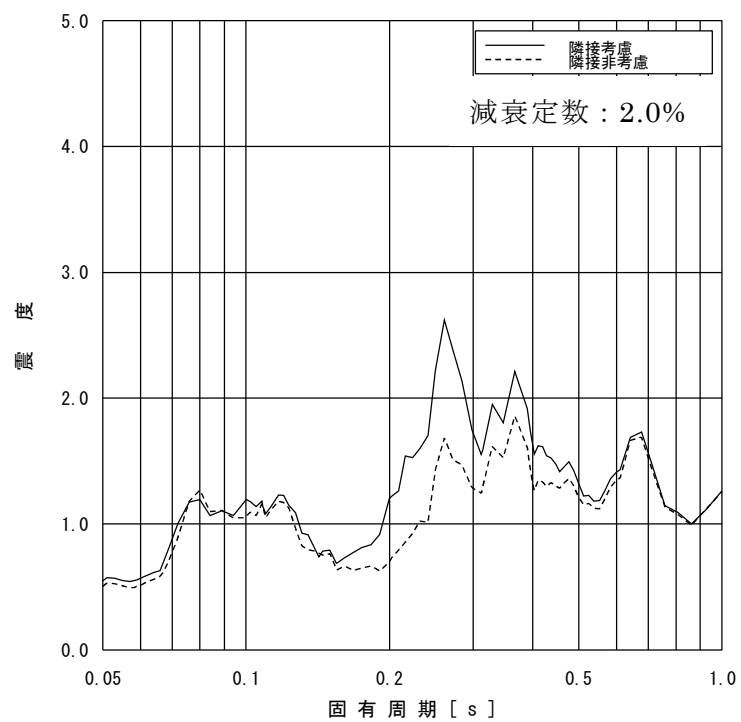
図添 5-1 (1/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. 21. 200m)



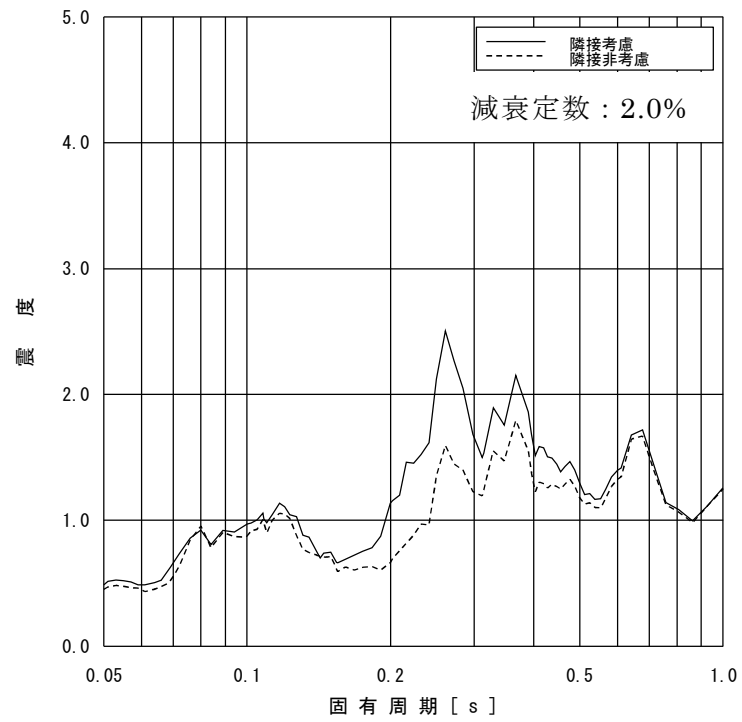
図添 5-1 (2/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. 18. 440m)



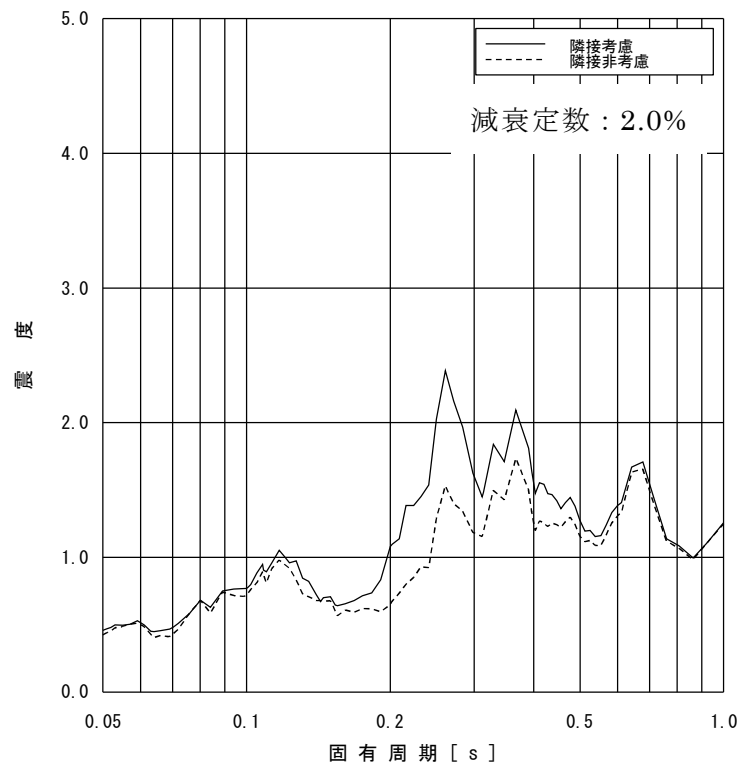
図添 5-1 (3/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 17.020m)



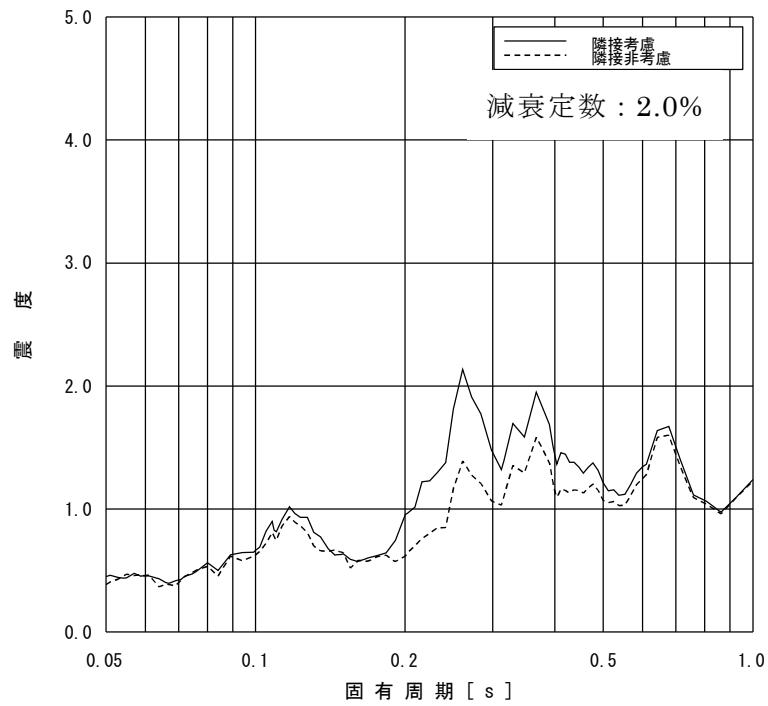
図添 5-1 (4/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 15.600m)



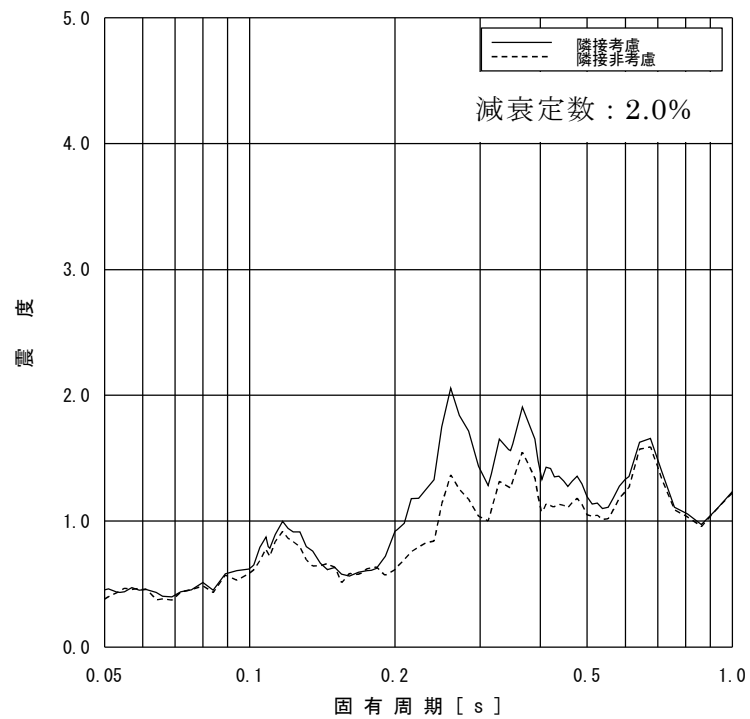
図添 5-1 (5/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 13.950m)



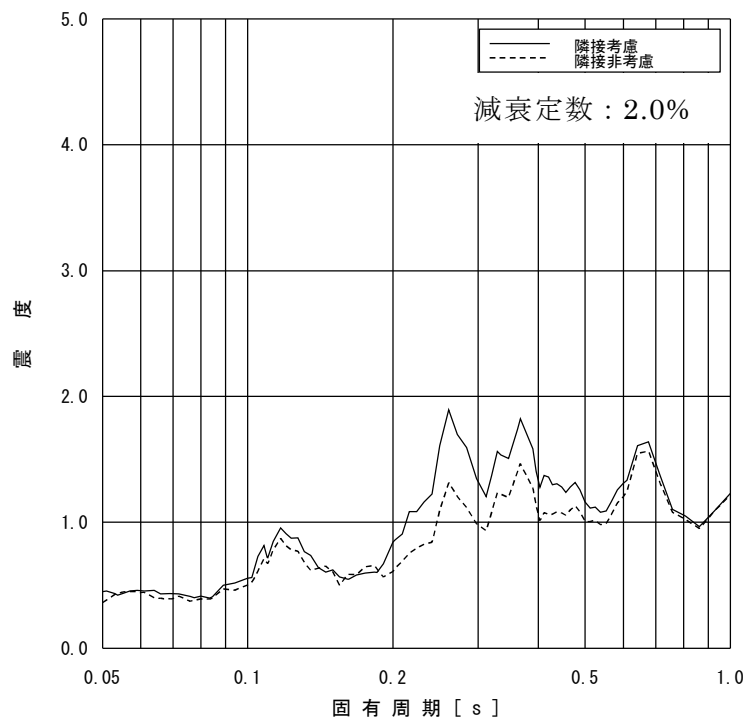
図添 5-1 (6/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 12.300m)



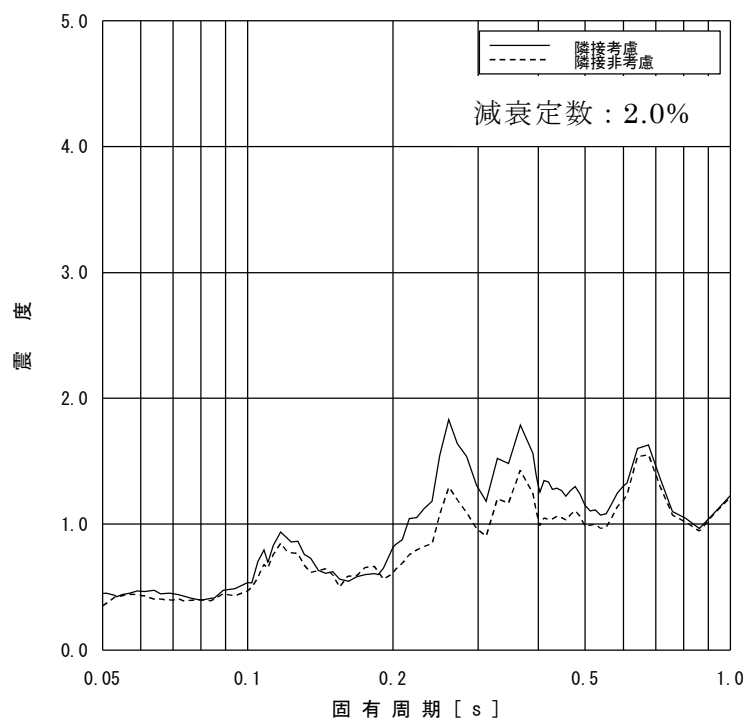
図添 5-1 (7/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. 8.200m)



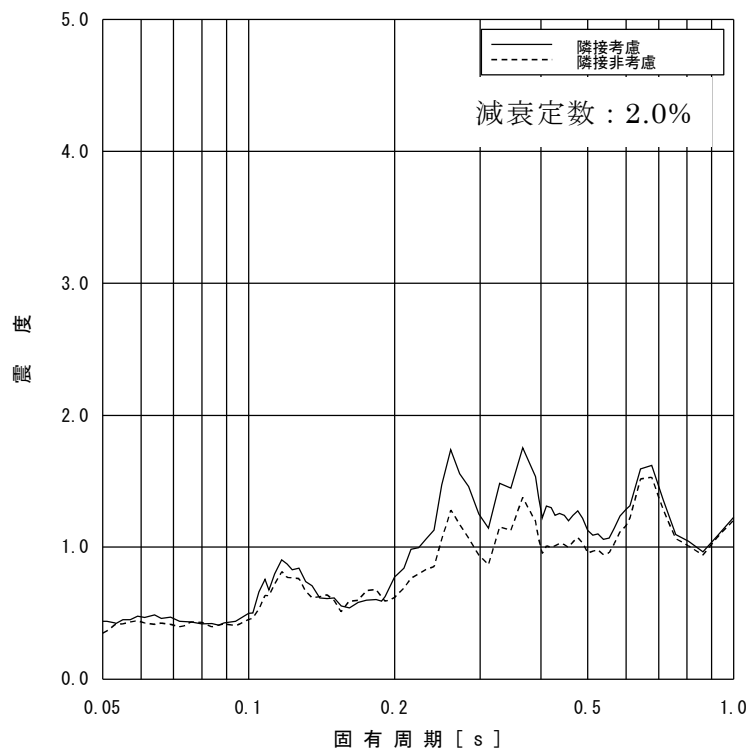
図添 5-1 (8/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. 7.000m)



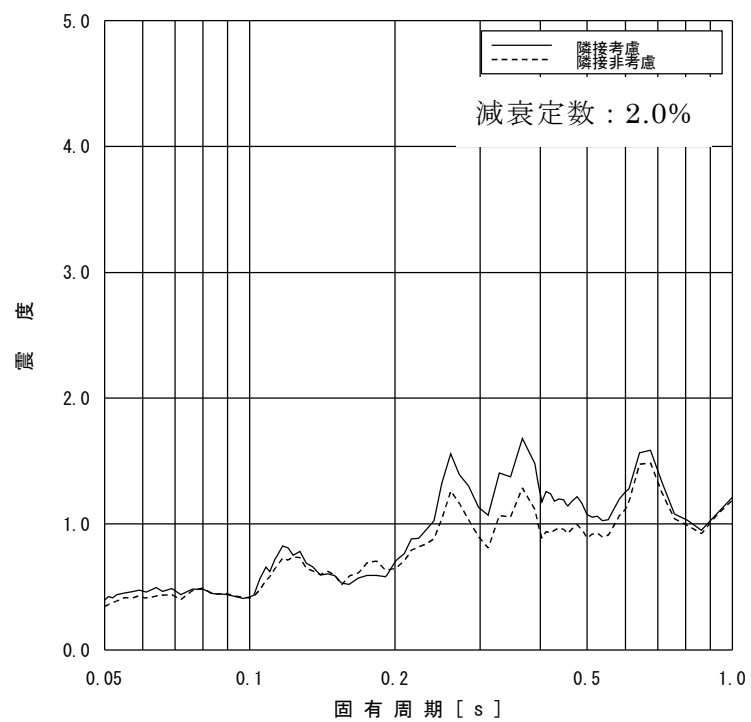
図添 5-1 (9/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 4.500m)



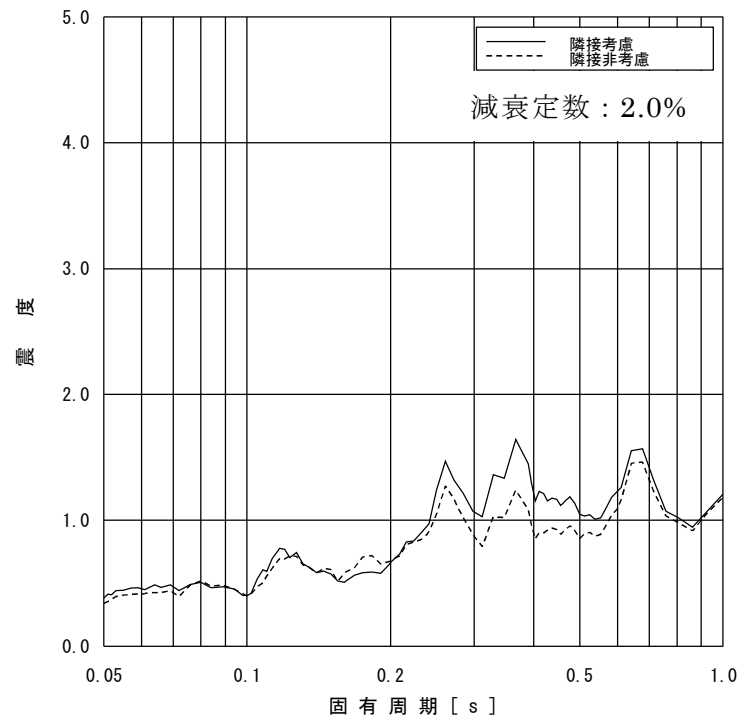
図添 5-1 (10/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 3.500m)



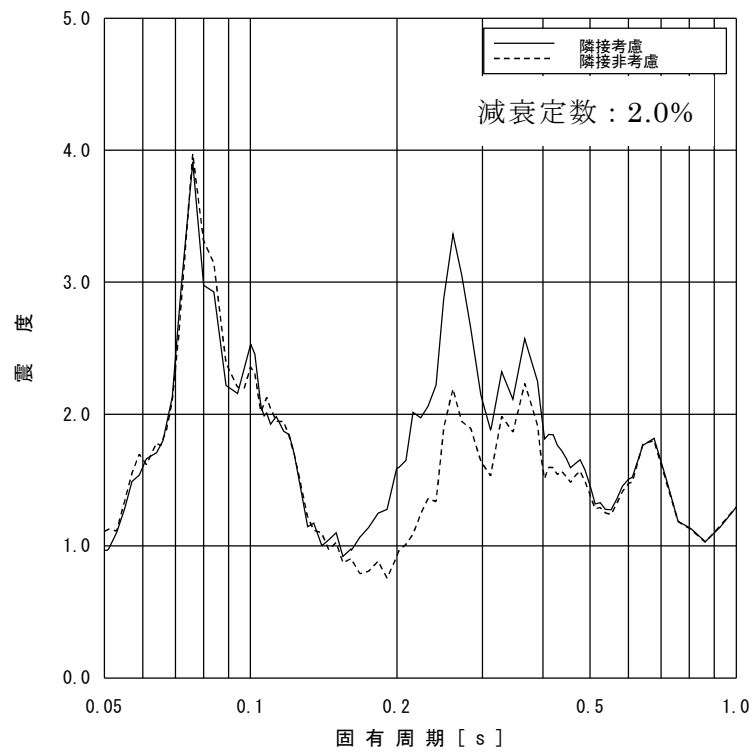
図添 5-1 (11/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 1.700m)



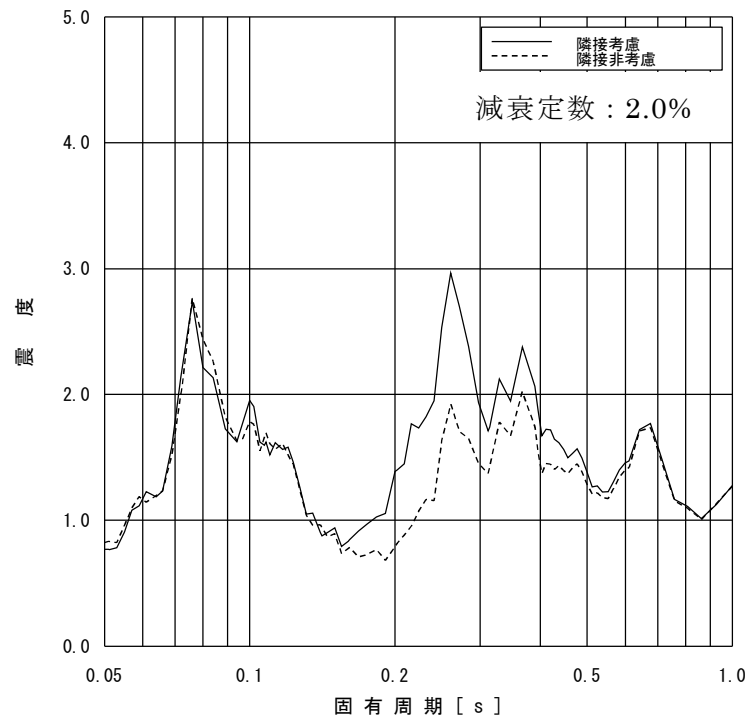
図添 5-1 (12/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. -2.100m)



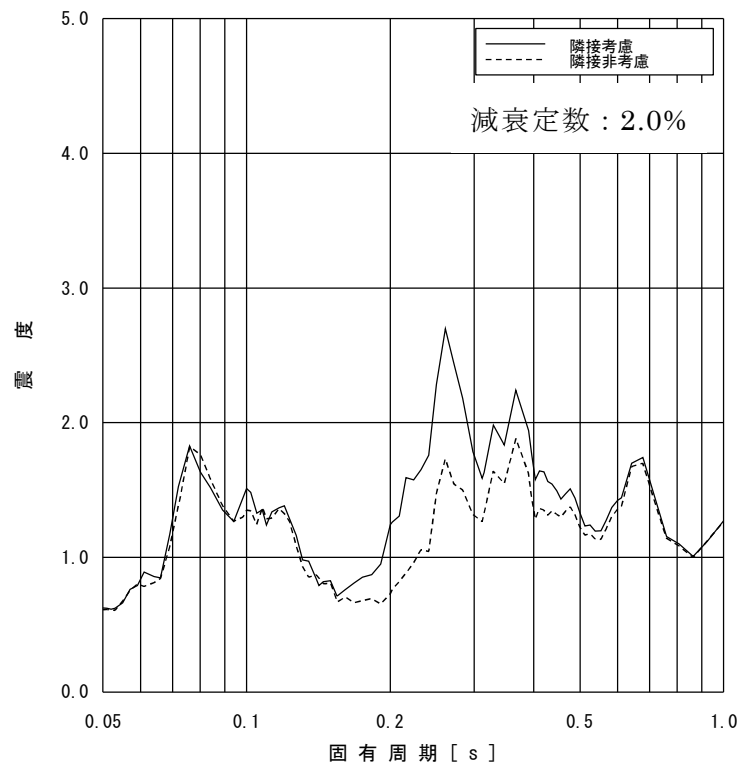
図添 5-1 (13/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. -4.700m)



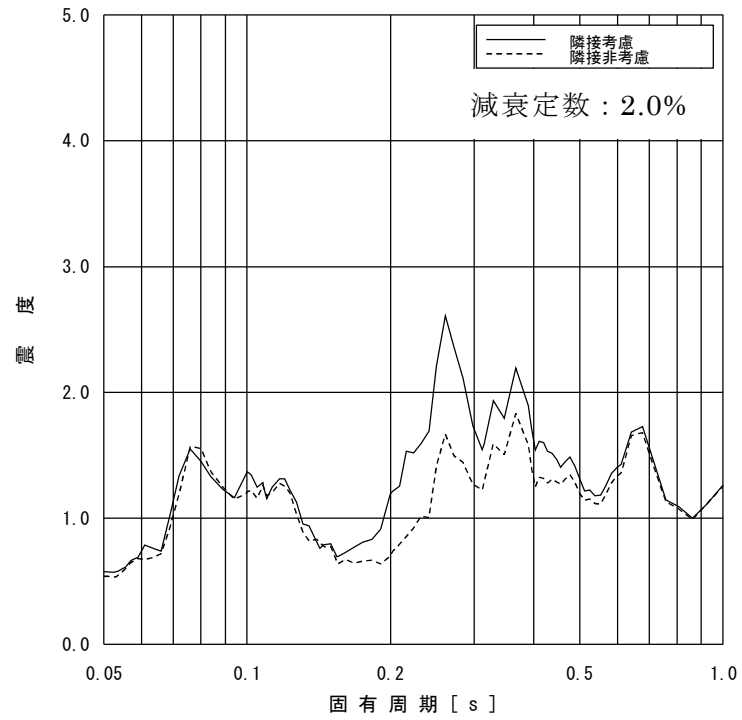
図添 5-1 (14/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. 26.013m)



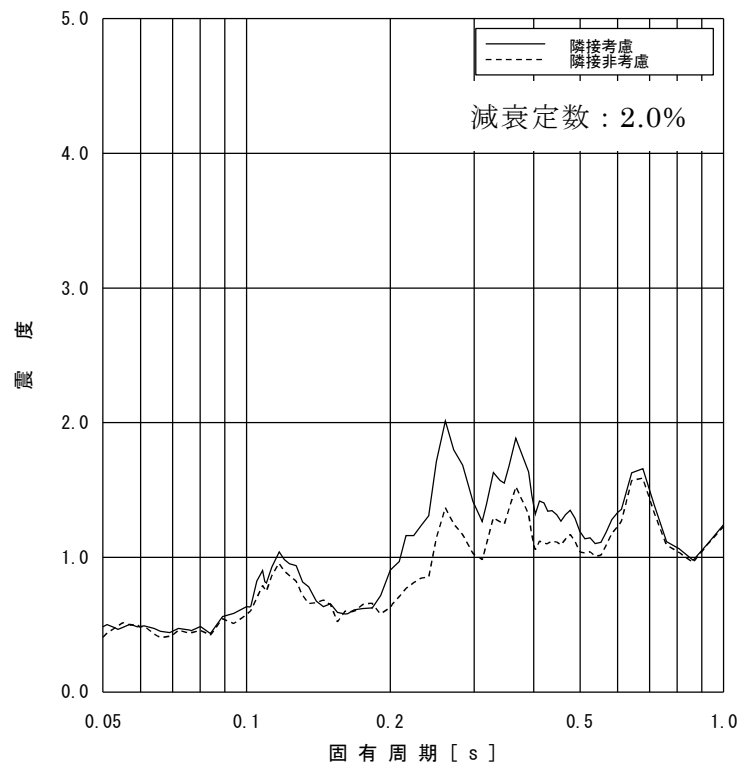
図添 5-1 (15/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. 20.494m)



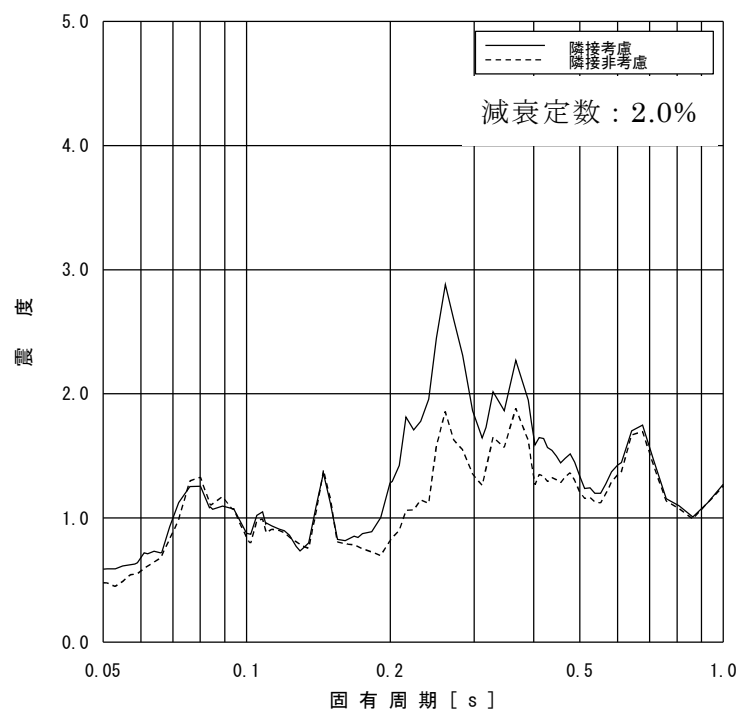
図添 5-1 (16/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. 16.506m)



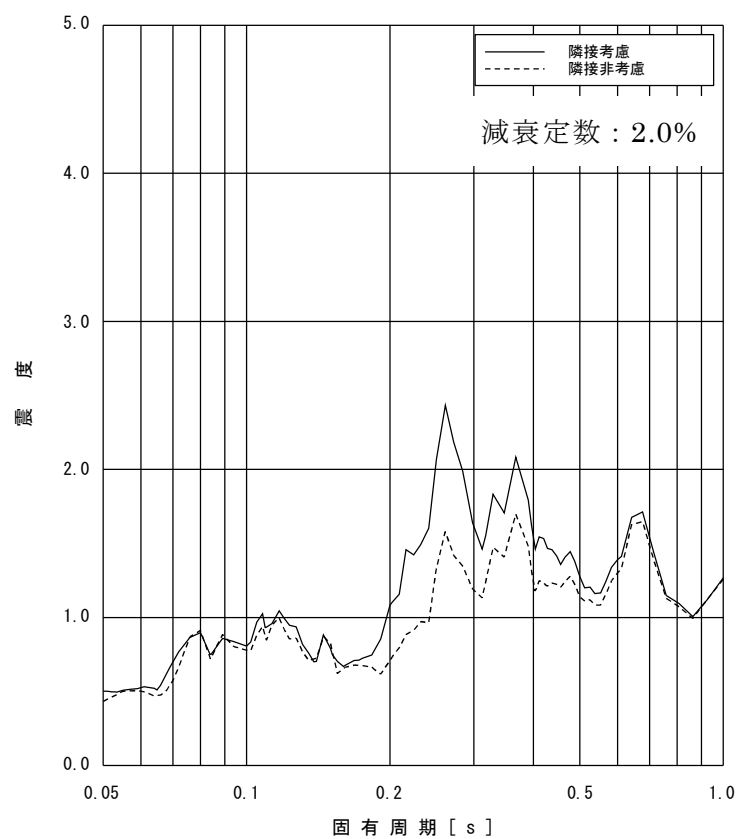
図添 5-1 (17/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. 15.266m)



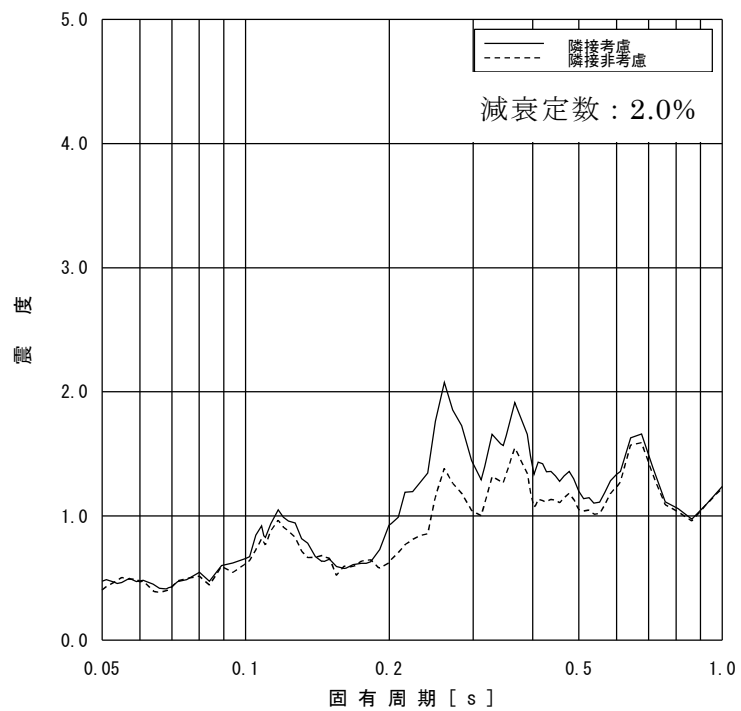
図添 5-1 (18/21) 床応答スペクトル (水平方向, T. M. S. L. 5.066m)



図添 5-1 (19/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 14.433m)



図添 5-1 (20/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 10.161m)



図添 5-1 (21/21) 床応答スペクトル (水平方向, T.M.S.L. 6.253m)

回転入力の影響について

原子炉建屋との建屋－機器連成地震応答解析モデルの応答を用いて評価を行う機器・配管系に対して実施した大型機器・炉内応答解析においては、建屋応答解析の結果として得られる応答のうち並進成分の加速度及び変位を入力としている。

設計用の解析においては、建屋と大型機器系を連成にて解析することにより並進成分も回転成分も建屋から大型機器系に伝達されるため、今回の大型機器・炉内応答解析においても回転成分も本来は考慮すべきだが、今回は比率による影響検討であることから、回転成分の影響が軽微であることを確認した上で並進成分のみを考慮して検討したものである。

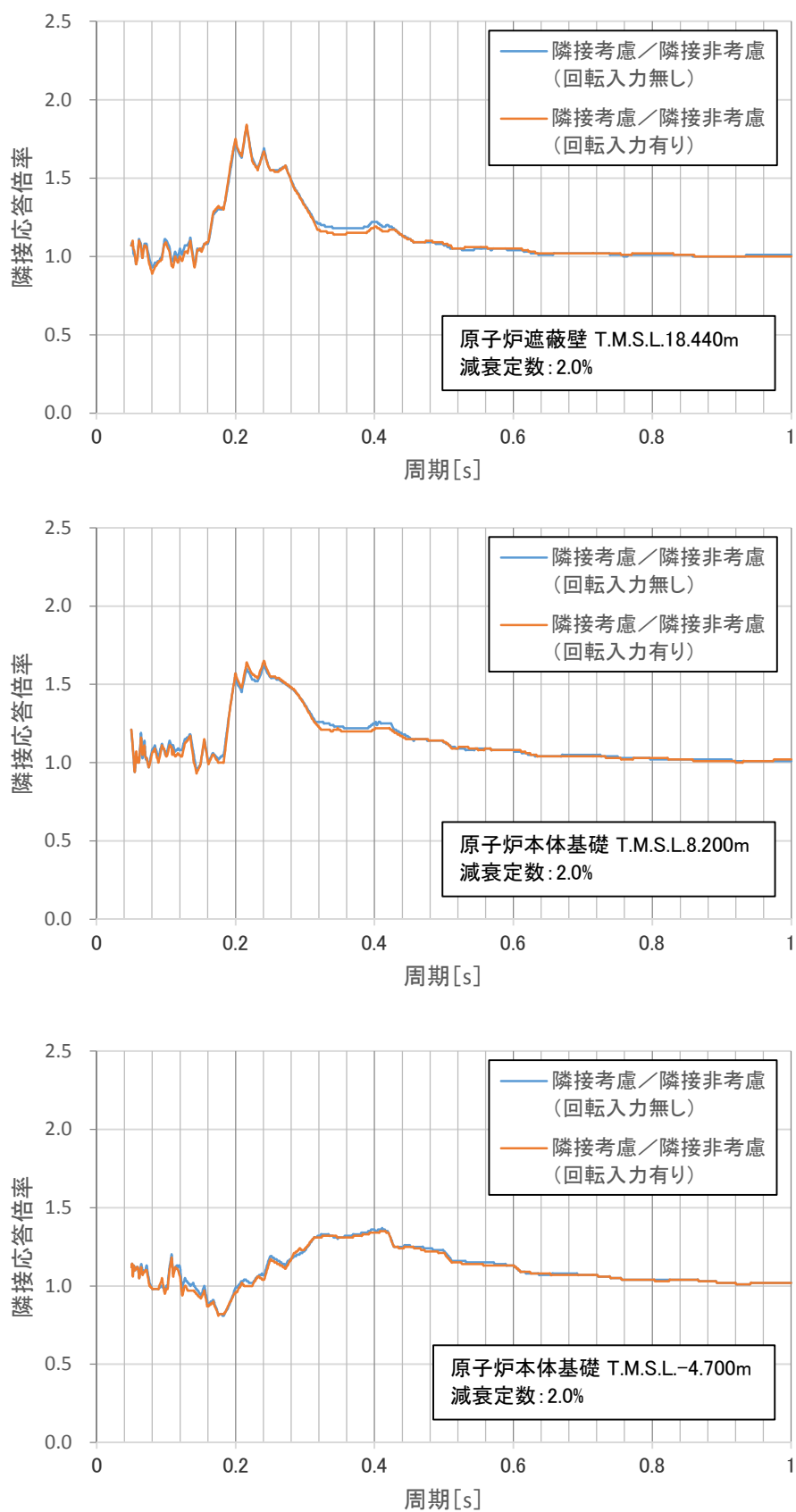
回転成分（加速度及び変位）の入力の有無による応答の比較を行い、回転成分の影響が軽微であることを確認した結果を以下に示す。

表添 6-1 回転入力の影響（隣接応答倍率，最大応答加速度）（1/2）

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	1.2ZPA	
			弾性設計用地震動Sd	
			水平方向 (NS方向及びEW方向)	
			隣接考慮／隣接非考慮 (回転なし)	隣接考慮／隣接非考慮 (回転あり)
原子炉遮蔽壁	18	21.200	1.16	1.18
	19	18.440	1.15	1.17
	20	17.020	1.14	1.14
	21	15.600	1.12	1.12
	22	13.950	1.11	1.11
原子炉本体基礎	23	12.300	1.09	1.09
	24	8.200	1.10	1.12
	25	7.000	1.10	1.13
	26	4.500	1.08	1.10
	27	3.500	1.11	1.11
	28	1.700	1.11	1.11
	29	-2.100	1.11	1.11
	30	-4.700	1.14	1.11
原子炉压力容器	34	26.013	1.00	1.04
	35	23.553	1.04	1.06
	36	22.163	1.06	1.09
	37	20.494	1.09	1.11
	38	18.716	1.12	1.14
	39	17.179	1.15	1.15
	40	16.506	1.15	1.15
	42	15.266	1.16	1.16
	43	14.433	1.16	1.16
	45	13.009	1.15	1.15
	46	12.297	1.13	1.13
	51	9.402	1.12	1.09
	53	7.388	1.12	1.12
	54	6.795	1.10	1.10
57	5.066	1.10	1.10	

表添 6-1 回転入力の影響 (隣接応答倍率, 最大応答加速度) (2/2)

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	1.2ZPA	
			弾性設計用地震動Sd	
			水平方向 (NS方向及びEW方向)	
			隣接考慮/隣接非考慮 (回転なし)	隣接考慮/隣接非考慮 (回転あり)
気水分離器, スタンドパイプ 及び 炉心シュラウド	62	19.472	0.99	0.95
	63	18.716	1.12	1.08
	64	17.179	1.19	1.22
	65	16.506	1.20	1.21
	66	15.641	1.18	1.20
	67	15.266	1.19	1.20
	68	14.433	1.17	1.19
	69	13.721	1.15	1.17
	70	13.009	1.14	1.16
	71	12.297	1.12	1.14
	72	11.585	1.12	1.12
	73	10.873	1.13	1.13
	74	10.161	1.13	1.13
	75	9.645	1.13	1.13
	76	10.161	1.11	1.13
78	9.402	1.11	1.11	
79	8.395	1.12	1.12	
80	7.388	1.10	1.10	
81	6.795	1.10	1.10	
原子炉冷却材 再循環ポンプ	58	6.253	1.10	1.10
原子炉圧力容器	56	5.817	1.10	1.10
	57	5.066	1.10	1.10
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	110	1.655	1.09	1.04
	111	0.934	1.05	1.02
	112	0.184	1.10	1.04
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	82	5.817	1.10	1.10
	83	5.066	1.10	1.10
	87	1.655	1.09	1.04
	88	0.934	1.08	1.06
89	0.184	1.00	0.96	
燃料集合体	90	14.433	1.17	1.19
	91	13.721	1.53	1.52
	92	13.009	1.50	1.54
	93	12.297	1.50	1.51
	94	11.585	1.48	1.50
	95	10.873	1.46	1.50
96	10.161	1.11	1.13	



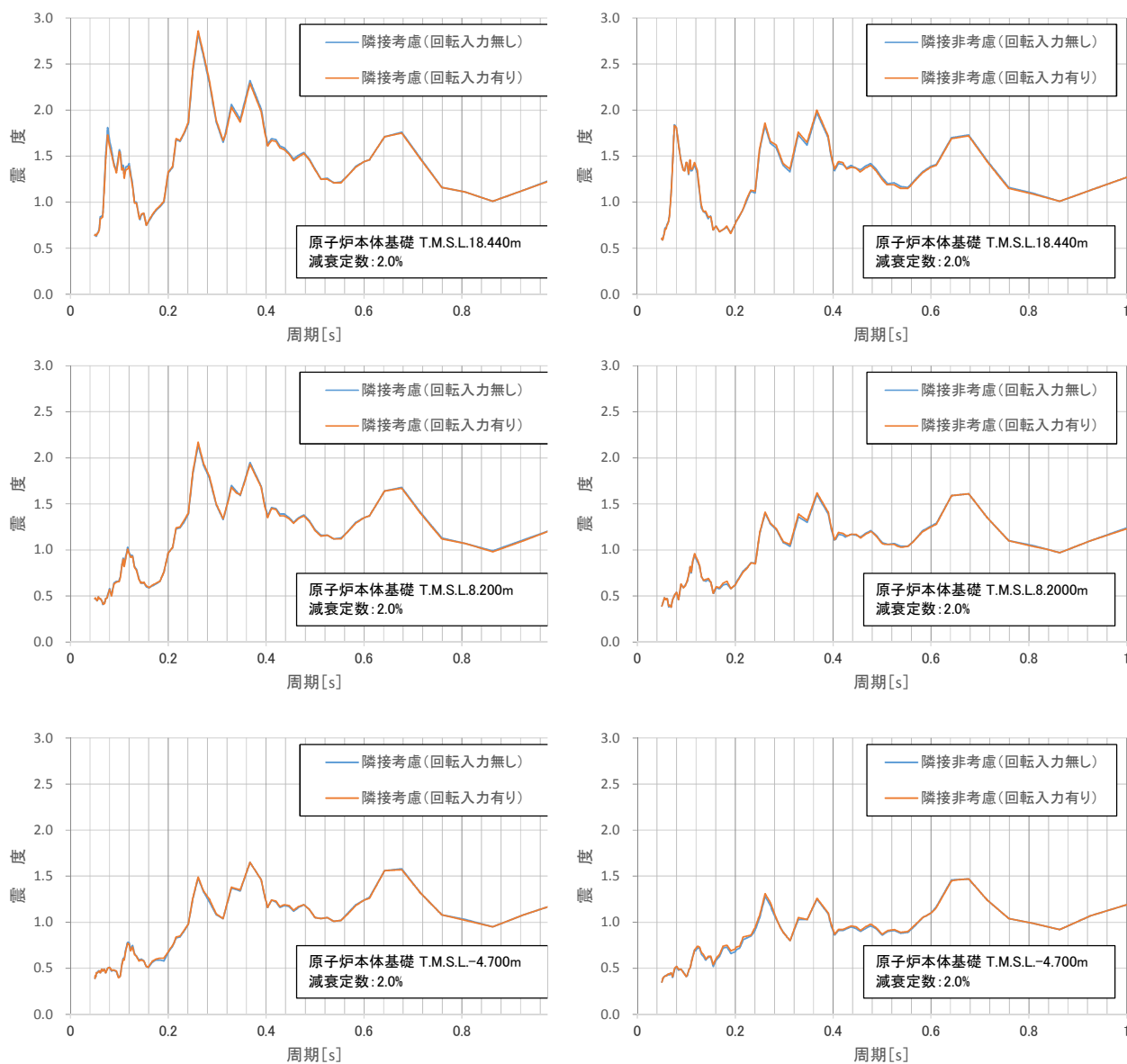
図添 6-1 回転入力の影響 (隣接応答倍率, 床応答スペクトル)

表添 6-2 回転入力の影響（最大応答加速度）（1/2）

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	1. 2ZPA			
			弾性設計用地震動Sd			
			水平方向 (NS方向及びEW方向)			
			隣接考慮 (回転なし)	隣接考慮 (回転あり)	隣接非考慮 (回転なし)	隣接非考慮 (回転あり)
原子炉遮蔽壁	18	21.200	0.67	0.68	0.58	0.58
	19	18.440	0.63	0.64	0.55	0.55
	20	17.020	0.60	0.60	0.53	0.53
	21	15.600	0.56	0.56	0.50	0.50
	22	13.950	0.53	0.53	0.48	0.48
原子炉本体基礎	23	12.300	0.50	0.50	0.46	0.46
	24	8.200	0.46	0.47	0.42	0.42
	25	7.000	0.45	0.46	0.41	0.41
	26	4.500	0.43	0.44	0.40	0.40
	27	3.500	0.43	0.43	0.39	0.39
	28	1.700	0.42	0.42	0.38	0.38
	29	-2.100	0.41	0.41	0.37	0.37
	30	-4.700	0.41	0.41	0.36	0.37
原子炉压力容器	34	26.013	0.84	0.85	0.84	0.82
	35	23.553	0.79	0.79	0.76	0.75
	36	22.163	0.76	0.76	0.72	0.70
	37	20.494	0.72	0.72	0.66	0.65
	38	18.716	0.67	0.68	0.60	0.60
	39	17.179	0.64	0.64	0.56	0.56
	40	16.506	0.62	0.63	0.54	0.55
	42	15.266	0.60	0.60	0.52	0.52
	43	14.433	0.58	0.58	0.50	0.50
	45	13.009	0.54	0.55	0.47	0.48
	46	12.297	0.53	0.53	0.47	0.47
	51	9.402	0.48	0.48	0.43	0.44
	53	7.388	0.47	0.47	0.42	0.42
	54	6.795	0.46	0.46	0.42	0.42
57	5.066	0.45	0.45	0.41	0.41	

表添 6-2 回転入力の影響（最大応答加速度）（2/2）

構造物名	質点 番号	標 高 T. M. S. L. (m)	1. 2ZPA			
			弾性設計用地震動Sd			
			水平方向 (NS方向及びEW方向)			
			隣接考慮 (回転なし)	隣接考慮 (回転あり)	隣接非考慮 (回転なし)	隣接非考慮 (回転あり)
気水分離器, スタンドパイプ 及び 炉心シュラウド	62	19.472	1.14	1.13	1.16	1.20
	63	18.716	0.99	0.98	0.89	0.91
	64	17.179	0.71	0.72	0.60	0.59
	65	16.506	0.68	0.69	0.57	0.57
	66	15.641	0.66	0.67	0.56	0.56
	67	15.266	0.65	0.66	0.55	0.55
	68	14.433	0.63	0.64	0.54	0.54
	69	13.721	0.61	0.62	0.53	0.53
	70	13.009	0.59	0.60	0.52	0.52
	71	12.297	0.57	0.58	0.51	0.51
	72	11.585	0.56	0.56	0.50	0.50
	73	10.873	0.54	0.55	0.48	0.49
	74	10.161	0.53	0.53	0.47	0.47
	75	9.645	0.52	0.52	0.46	0.46
	76	10.161	0.52	0.53	0.47	0.47
	78	9.402	0.51	0.51	0.46	0.46
	79	8.395	0.49	0.49	0.44	0.44
80	7.388	0.47	0.47	0.43	0.43	
81	6.795	0.46	0.46	0.42	0.42	
原子炉冷却材 再循環ポンプ	58	6.253	0.46	0.46	0.42	0.42
原子炉圧力容器	56	5.817	0.45	0.45	0.41	0.41
	57	5.066	0.45	0.45	0.41	0.41
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	110	1.655	0.53	0.52	0.49	0.50
	111	0.934	0.64	0.63	0.61	0.62
	112	0.184	0.81	0.79	0.74	0.76
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	82	5.817	0.45	0.45	0.41	0.41
	83	5.066	0.46	0.46	0.42	0.42
	87	1.655	0.53	0.52	0.49	0.50
	88	0.934	0.55	0.54	0.51	0.51
	89	0.184	0.64	0.62	0.64	0.65
燃料集合体	90	14.433	0.63	0.64	0.54	0.54
	91	13.721	0.90	0.91	0.59	0.60
	92	13.009	1.11	1.12	0.74	0.73
	93	12.297	1.18	1.19	0.79	0.79
	94	11.585	1.08	1.09	0.73	0.73
	95	10.873	0.83	0.85	0.57	0.57
96	10.161	0.52	0.53	0.47	0.47	



図添 6-2 回転入力の影響 (床応答スペクトル)

詳細評価（連成系）における隣接応答倍率の考慮方法

原子炉建屋との建屋－機器連成地震応答解析モデルの応答を用いて評価を行う機器・配管系については、簡易評価で裕度が隣接応答倍率を下回った場合、詳細評価として水平方向の設計用 I に隣接応答倍率を乗じて算出される最大応答加速度、床応答スペクトル又は地震荷重を用いた耐震計算の結果が許容値を満たすことを確認している。

この際、隣接応答倍率は耐震計算書における耐震計算で用いる設計用地震力に対応したものをを用いることとする。

表添 7-1 詳細評価（連成系）における隣接応答倍率の考慮方法

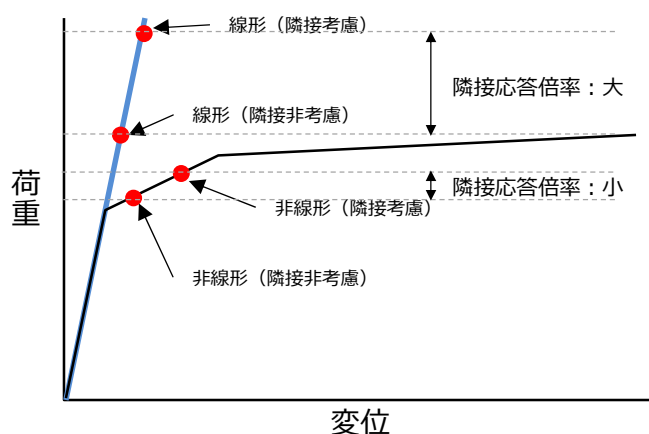
No.	機器名称	評価部位	応力分類	設計用地震力								
				震度		FRS		せん断力	モーメント	(軸力)*	ばね反力	燃料集合体 相対変位
				水平	(鉛直)*	水平	(鉛直)*					
1	原子炉本体基礎	ブラケット部	曲げ応力度	—	—	—	—	—	隣接応答 倍率 (モーメ ント比) × 設計用 I	(設計用 I)	—	—
2	燃料集合体	燃料被覆管	一次＋ 二次応力	隣接応答 倍率 (震度比) × 設計用 I	(設計用 I)	—	—	—	—	—	—	隣接応答 倍率 (変位比) × 設計用 I
3	原子炉冷却材 再循環ポンプ モータケーシング	ケーシング	軸圧縮応力	—	(設計用 I)	—	—	—	隣接応答 倍率 (モーメ ント比) × 設計用 I	—	—	—
4	配管 (CUW-PD-2)	配管	一次＋ 二次応力	隣接応答 倍率 (震度比) × 設計用 I	(設計用 I)	隣接応答 倍率 (FRS比) × 設計用 I	(設計用 I)	—	—	—	—	—
5	配管 (MS-PD-30)	配管	一次＋ 二次応力	隣接応答 倍率 (震度比) × 設計用 I	(設計用 I)	隣接応答 倍率 (FRS比) × 設計用 I	(設計用 I)	—	—	—	—	—
6	出力領域モニタ	校正用導管 カバーチューブ	一次一般膜＋ 一次曲げ応力	隣接応答 倍率 (震度比) × 設計用 I	(設計用 I)	隣接応答 倍率 (FRS比) × 設計用 I	(設計用 I)	—	—	—	—	隣接応答 倍率 (変位比) × 設計用 I

注記*： 鉛直方向には隣接応答倍率を考慮しない。

地震応答解析（連成系）における非線形挙動の影響について

本影響評価に用いる隣接応答倍率は、弾性設計用地震動 Sd-1 に基づく応答倍率を用いている。図添 8-1 に示すとおり、線形（隣接考慮）／線形（隣接非考慮）に基づく応答倍率は、非線形（隣接考慮）／非線形（隣接非考慮）に基づく応答倍率より保守的に設定することができる。

原子炉本体基礎は、設計に用いる基準地震動 Ss 及び隣接応答倍率算出に用いる弾性設計用地震動 Sd-1 において、地震応答解析で一部非線形挙動を示す領域に入るものの、上記のとおり大型機器・炉内応答解析モデルを用いた地震応答解析において原子炉本体基礎を線形として考慮することで保守的に隣接応答倍率を算出している。なお、原子炉本体基礎の構造強度評価では鋼材のみを強度部材として線形解析を行っている。

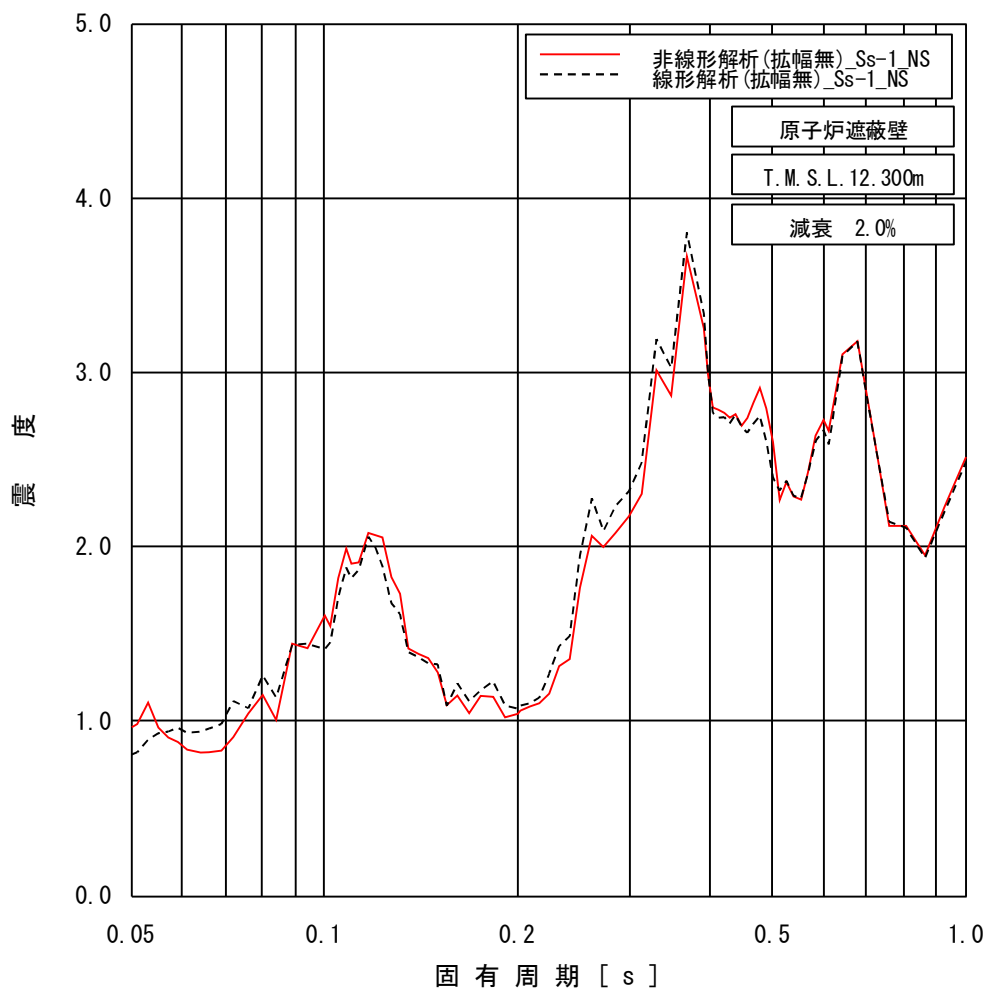


図添 8-1 荷重と変位の関係

また、原子炉本体基礎が非線形領域に入り剛性が低下することで、原子炉本体基礎に支持される機器・配管系の応答性状が変動することが考えられるが、以下の理由から線形解析に基づく隣接応答倍率を用いた影響検討を行うことは妥当であると考えられる。

- 床応答スペクトルにて評価する機器については、周期幅の拡幅等を踏まえた設計としていること
- 荷重及び加速度を用いて評価する機器については、設計において材料物性のばらつき等を考慮した荷重及び加速度を使用していること

ここで、大型機器・炉内応答解析モデルにて、原子炉本体基礎を線形とした場合と非線形とした場合の応答の比較結果を図添 8-2 に示す。図添 8-2 に示す通り、線形での応答に対する非線形での応答の長周期側への変動は軽微である。



図添 8-2 床応答スペクトルの比較
 (原子炉遮蔽壁, T. M. S. L. 12. 300m, 水平方向)

地震応答解析（連成系）の妥当性検証

原子炉格納容器内などの応答は、設計時には建屋-機器連成地震応答解析モデル（連成モデル）を用いた地震応答解析で求めるのに対し、今回の影響検討では建屋応答を入力とした大型機器・炉内応答解析モデル（大型機器モデル）を用いた地震応答解析により求めている。この解析の妥当性検証のため、設計用の連成モデルを用いて、この連成モデルによる応答と、建屋応答を入力とした大型機器モデルによる応答の比較を行った。なお、比較の解析は入力地震動として弾性設計用地震動 Sd-1 を用いており、並進成分（加速度及び変位）並びに回転成分（回転角加速度及び回転角変位）を考慮している。

構造物毎の代表点での比較結果を表添付 9-1 に示す。

全体を通して概ね同等であることが確認できたことから、今回の影響検討に用いた大型機器・炉内応答解析モデルでの地震応答解析の手法は妥当であると考ええる。なお、一部の評価点（燃料集合体）では応答（せん断力、モーメント）に差異が生じているが、今回の影響検討では隣接考慮／非考慮での応答倍率を算出していることを踏まえると、影響は無いものとする。

表添 9-1 応答の比較

構造物名	質点 番号	「大型機器モデル」による応答／「連成モデル」による応答					
		震度比		せん断力比		モーメント比	
		NS	EW	NS	EW	NS	EW
原子炉遮蔽壁	18	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01
原子炉本体基礎	23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03
原子炉圧力容器スカート	32	1.00	0.99	1.02	1.03	1.03	1.04
原子炉圧力容器	34	1.02	1.02	1.02	1.01	1.02	1.01
原子炉冷却材 再循環ポンプ	58	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00
炉心シュラウド	62	0.99	1.00	0.97	0.95	0.97	0.95
制御棒駆動機構 ハウジング(外側)	82	1.00	1.00	1.05	1.02	1.06	1.03
燃料集合体	90	0.99	1.02	0.70	0.74	0.70	0.74
制御棒案内管	97	1.01	1.01	0.97	1.05	0.97	1.05
制御棒駆動機構 ハウジング(内側)	107	1.00	1.00	1.09	1.07	1.01	1.03

表添 9-2 固有値比較表* (Sd-1, NS 方向)

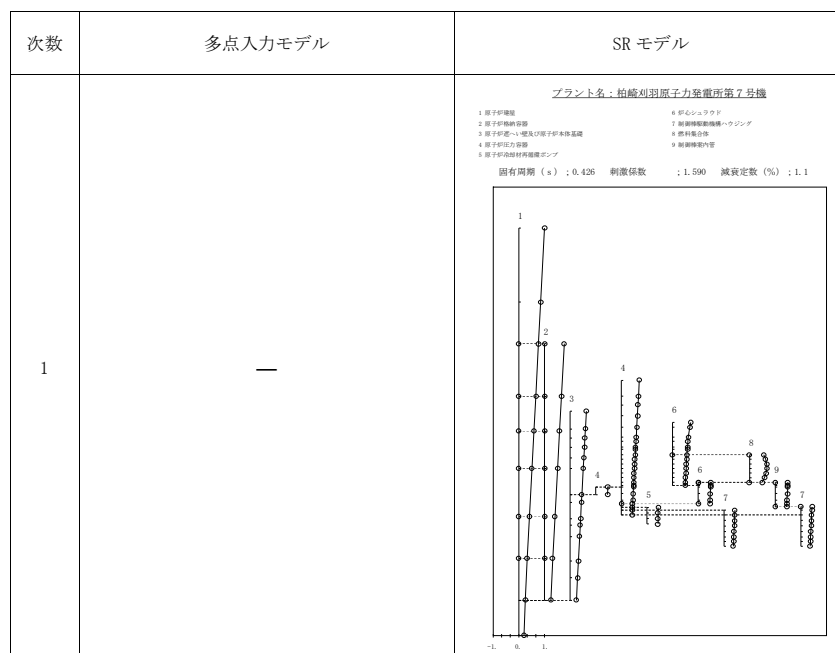
次数		固有周期(s)		刺激係数	
多点 入力モデル	SRモデル	多点 入力モデル	SRモデル	多点 入力モデル	SRモデル
-	1	-	0.426	-	1.590
1	2	0.209	0.209	1.101	1.028
-	3	-	0.187	-	-1.138
2	4	0.141	0.141	1.384	-0.636
3	5	0.103	0.103	1.544	-0.295
-	6	-	0.091	-	-0.197
4	7	0.090	0.090	-0.173	0.179
5	8	0.089	0.089	2.238	-0.125
-	9	-	0.078	-	-0.503
-	10	-	0.077	-	-0.178
6	11	0.070	0.068	2.192	0.209
7	12	0.065	0.065	0.045	-0.130
-	13	-	0.056	-	0.167
8	14	0.055	0.055	-2.237	-0.041
9	15	0.052	0.052	0.331	-0.010

注記* : 固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

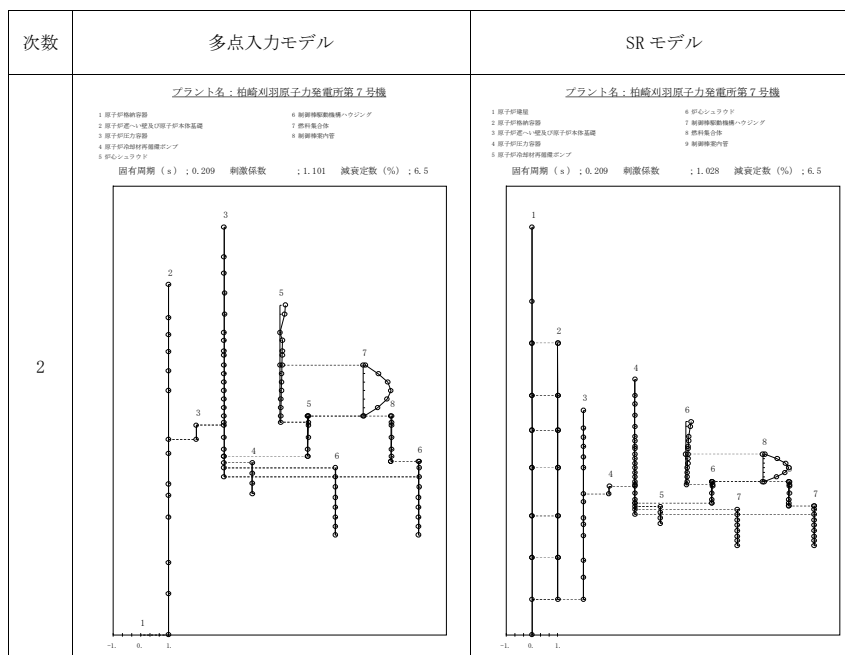
表添 9-2 固有値比較表* (Sd-1, EW 方向)

次数		固有周期(s)		刺激係数	
多点 入力モデル	SRモデル	多点 入力モデル	SRモデル	多点 入力モデル	SRモデル
-	1	-	0.416	-	1.550
1	2	0.209	0.209	1.101	0.817
-	3	-	0.186	-	-0.966
2	4	0.141	0.141	1.387	-0.596
3	5	0.103	0.103	1.538	-0.284
4	6	0.090	0.090	-0.167	-0.030
5	7	0.089	0.088	2.225	-0.113
-	8	-	0.082	-	-0.033
-	9	-	0.078	-	-0.485
-	10	-	0.071	-	0.102
6	11	0.070	0.069	2.192	0.063
7	12	0.065	0.065	0.080	-0.102
-	13	-	0.058	-	0.074
8	14	0.055	0.055	-2.207	0.100
9	15	0.052	0.052	0.326	-0.010

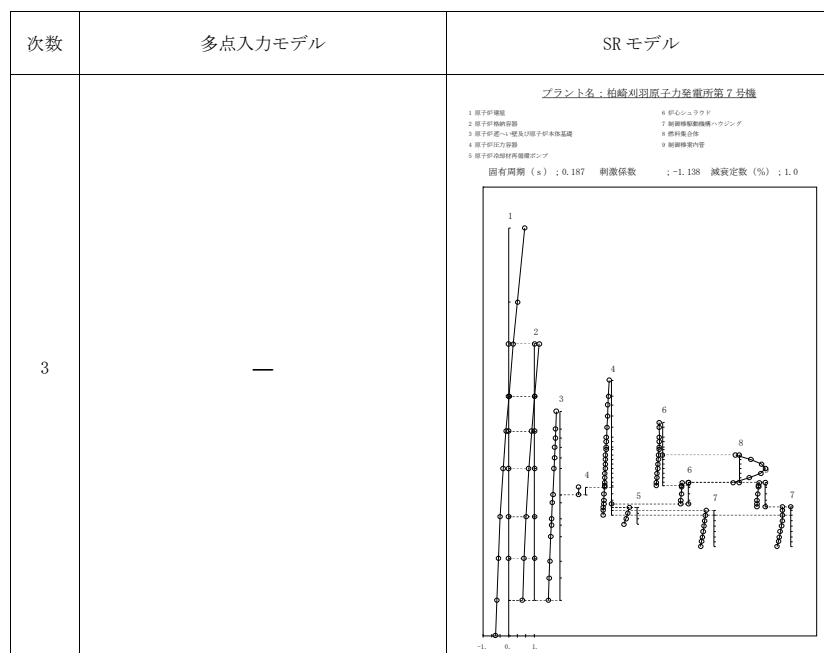
注記* : 固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。



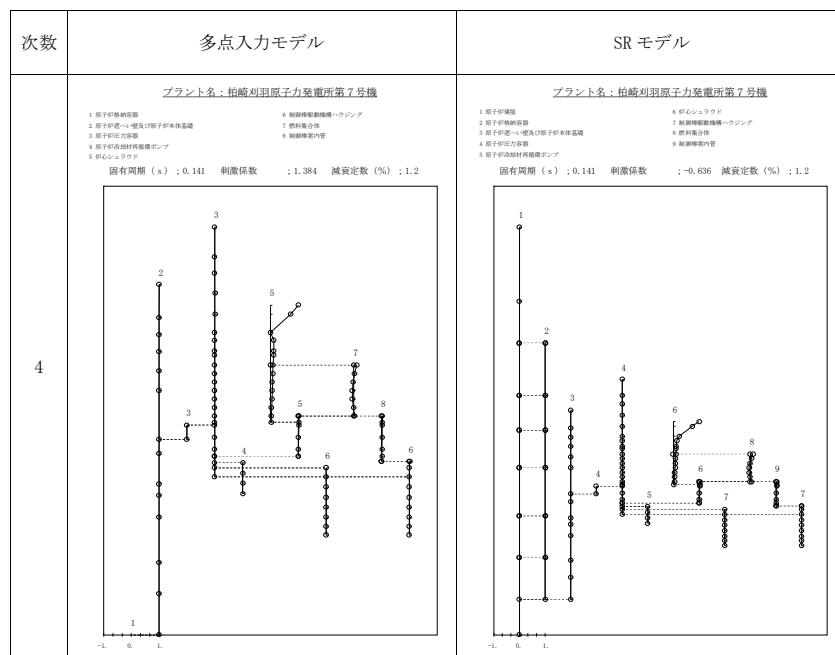
図添 9-1 振動モードの比較 (Sd-1, NS 方向) (1/11)



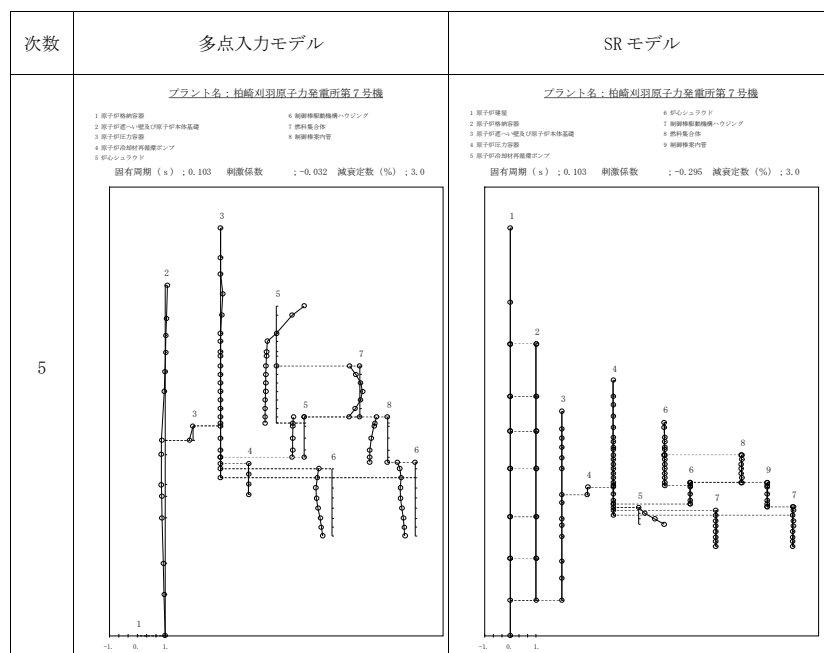
図添 9-1 振動モードの比較 (Sd-1, NS 方向) (2/11)



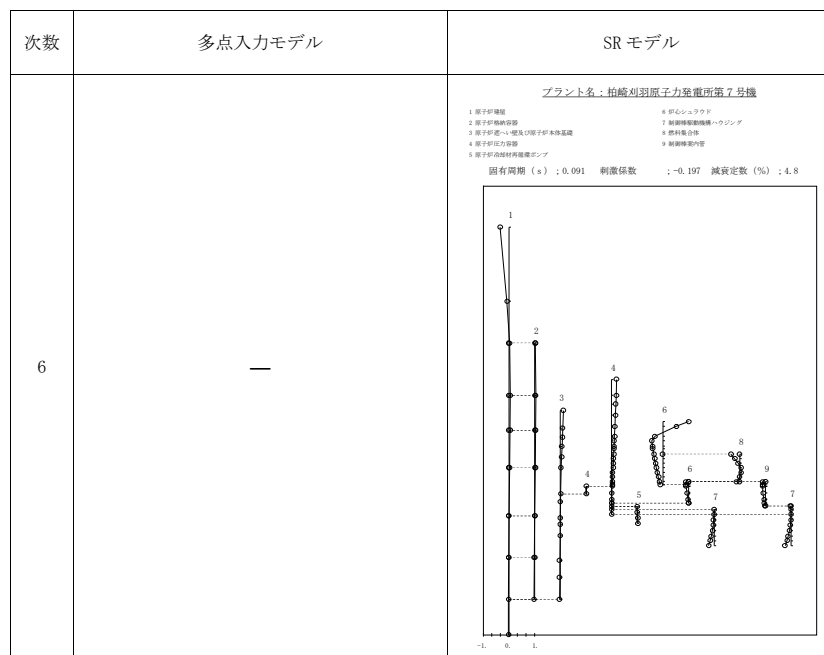
図添 9-1 振動モードの比較 (Sd-1, NS 方向) (3/11)



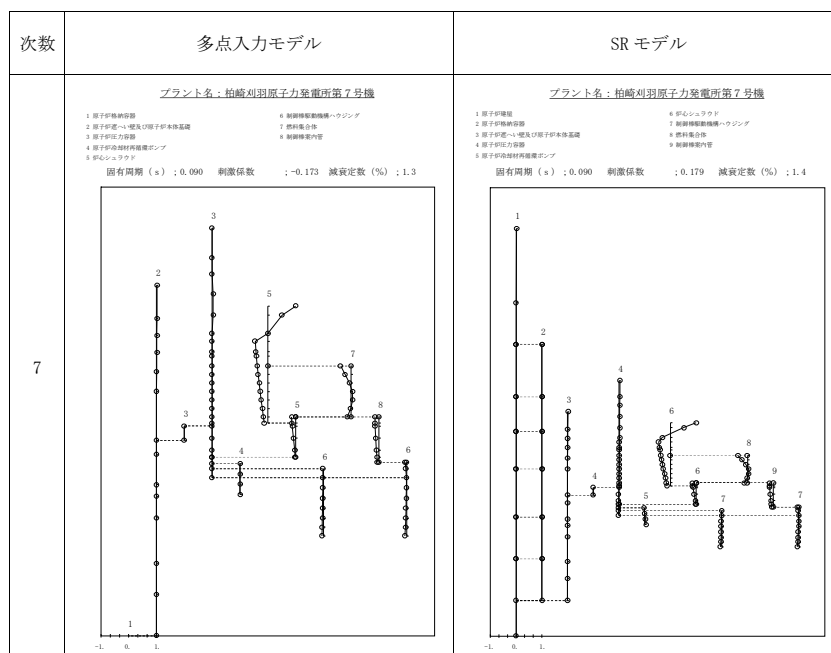
図添 9-1 振動モードの比較 (Sd-1, NS 方向) (4/11)



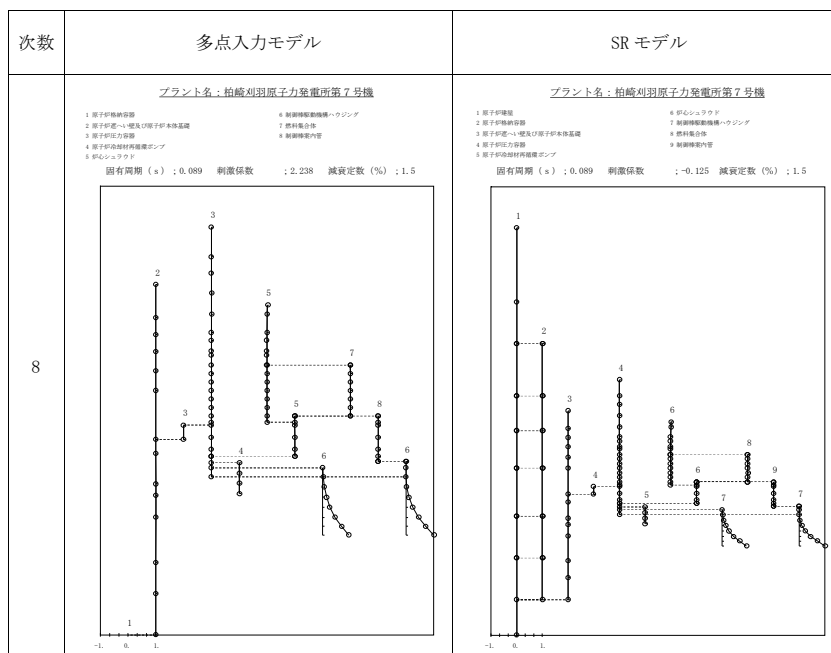
図添 9-1 振動モードの比較 (Sd-1, NS 方向) (5/11)



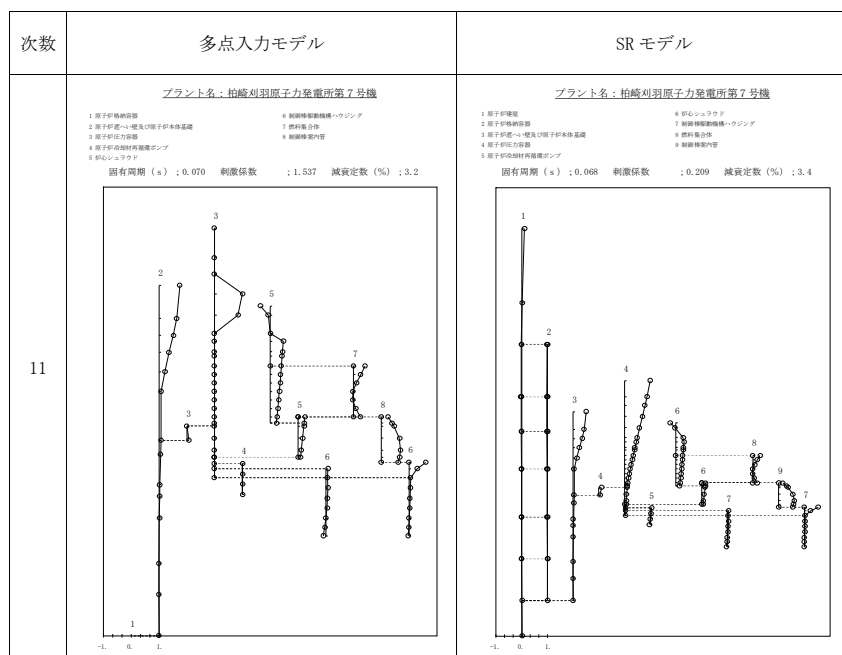
図添 9-1 振動モードの比較 (Sd-1, NS 方向) (6/11)



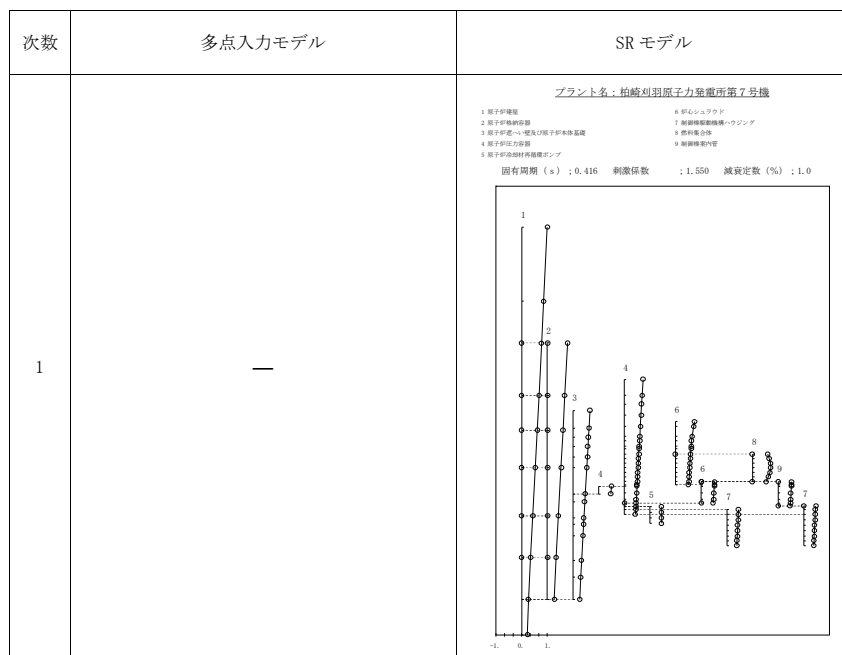
図添 9-1 振動モードの比較 (Sd-1, NS 方向) (7/11)



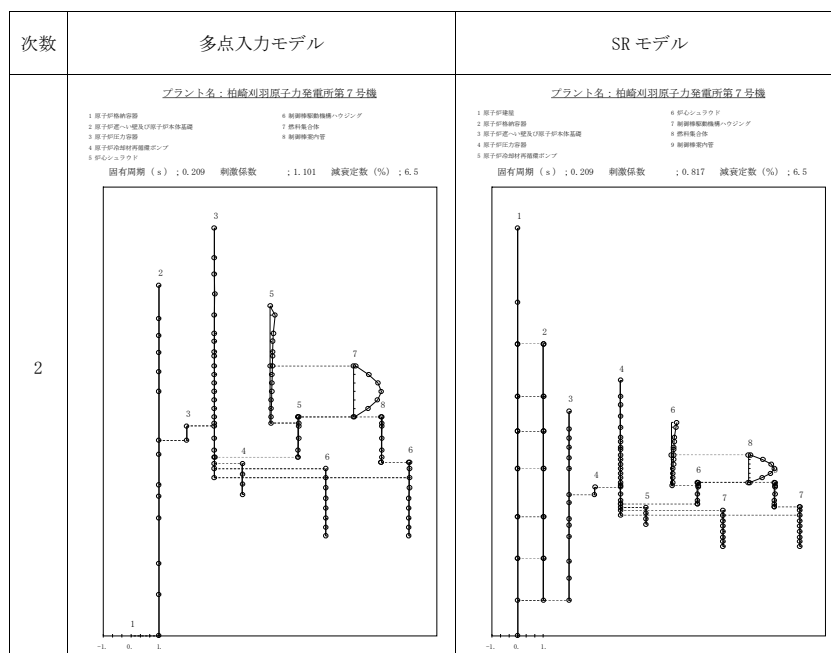
図添 9-1 振動モードの比較 (Sd-1, NS 方向) (8/11)



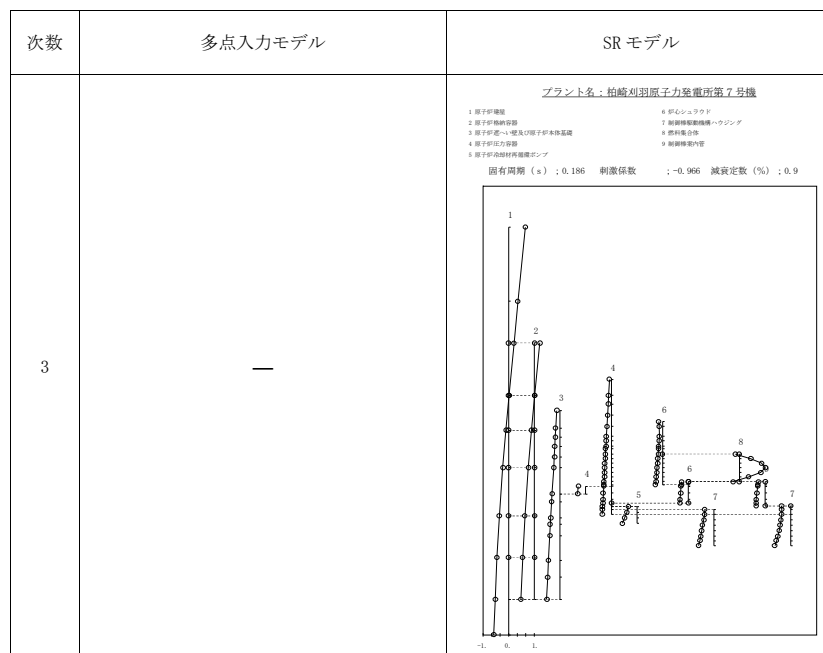
図添 9-1 振動モードの比較 (Sd-1, NS 方向) (11/11)



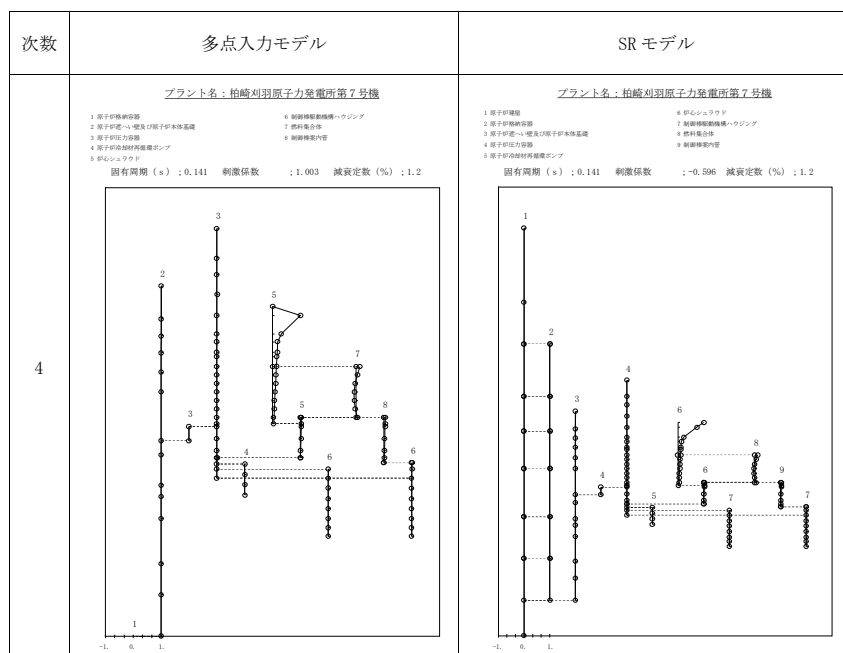
図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (1/11)



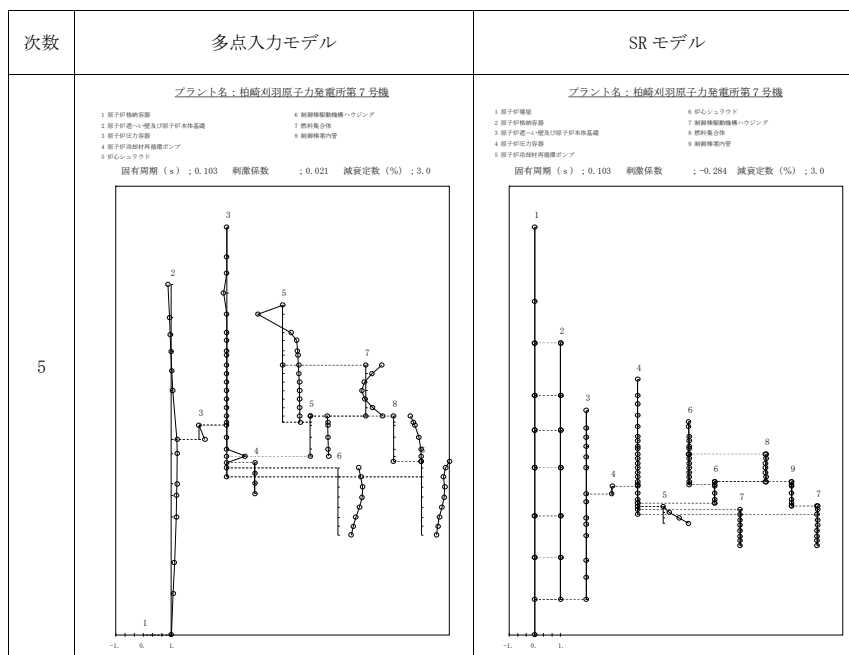
図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (2/11)



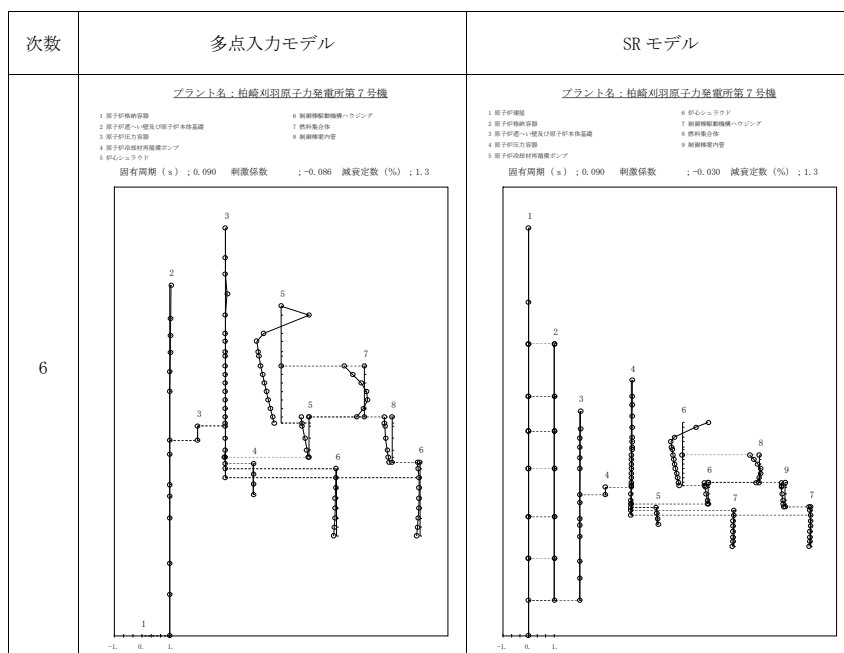
図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (3/11)



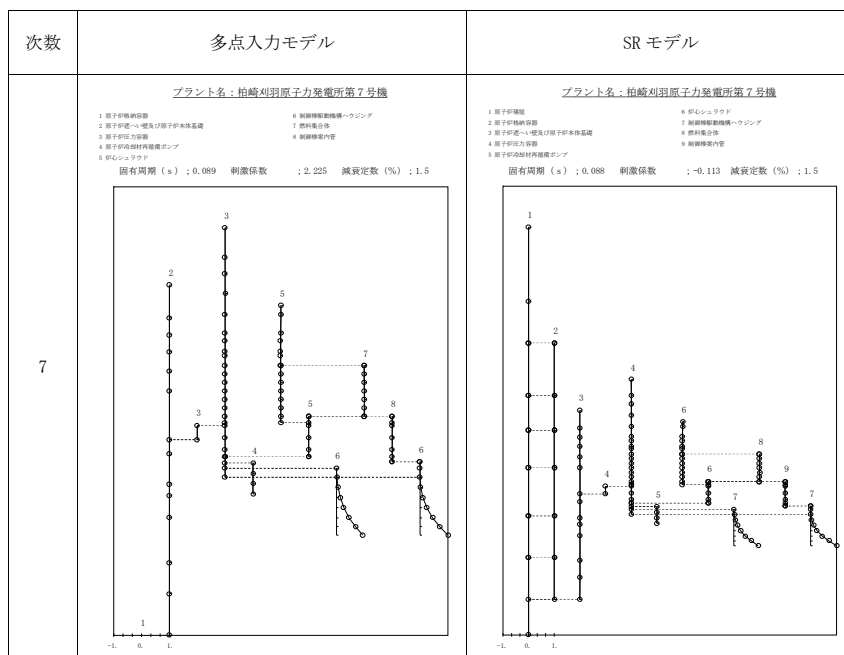
図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (4/11)



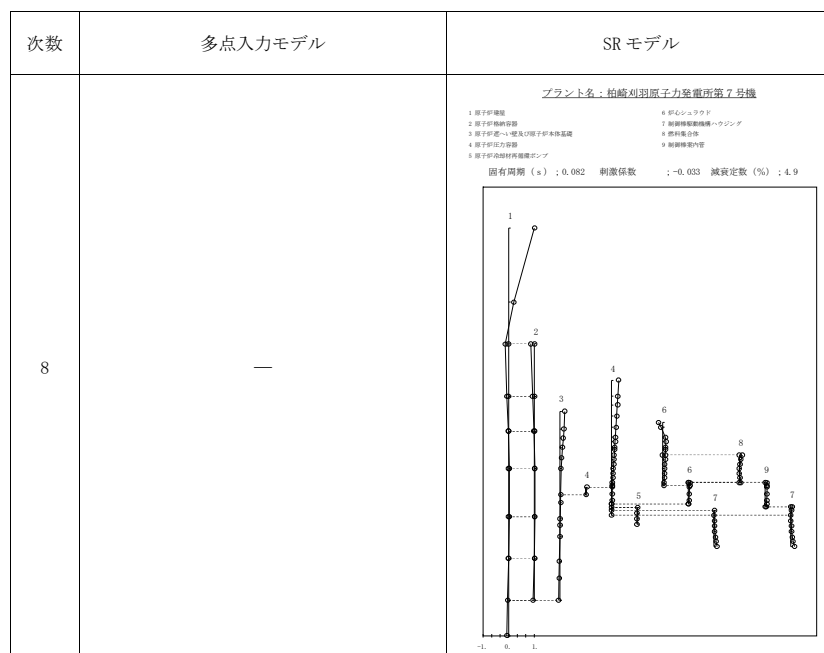
図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (5/11)



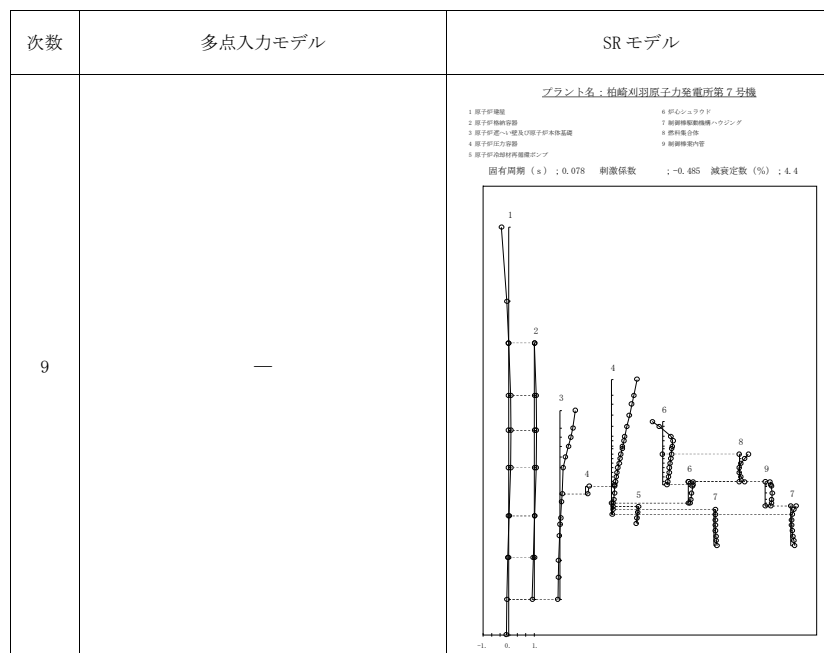
図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (6/11)



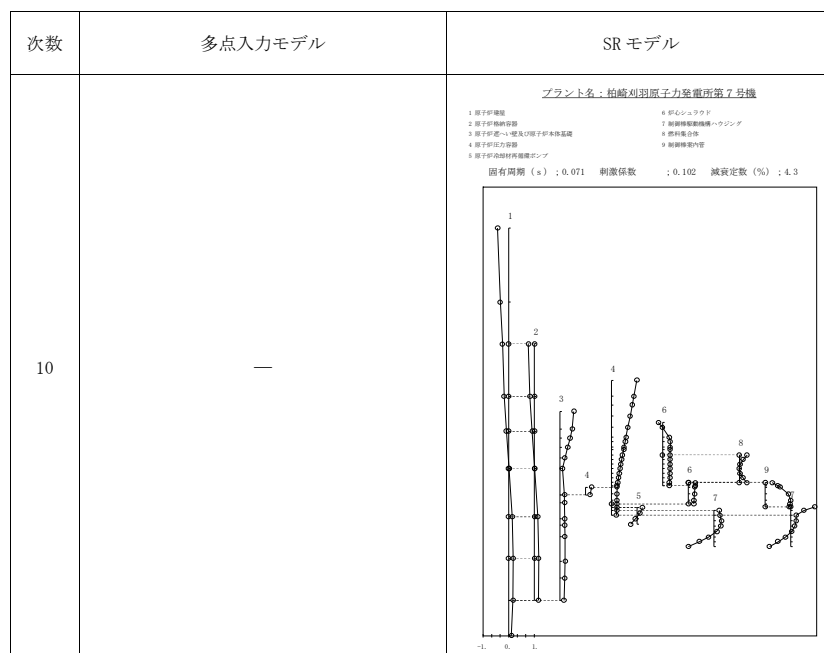
図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (7/11)



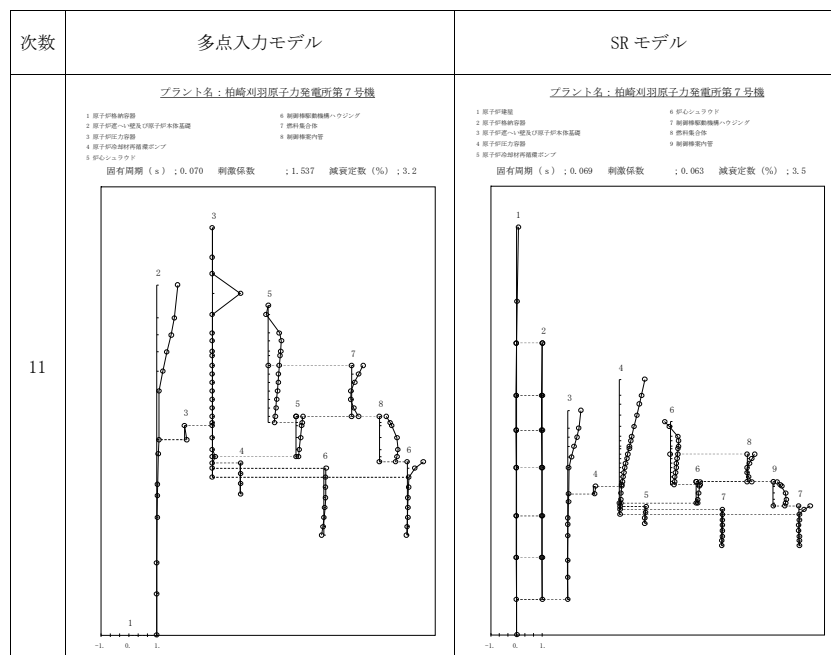
図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (8/11)



図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (9/11)



図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (10/11)



図添 9-2 振動モードの比較 (Sd-1, EW 方向) (11/11)